

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до дипломної роботи  
ступеня вищої освіти «Магістр»  
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва сухого  
пророщеного зерна пшениці та застосування  
його при виробництві хлібобулочних виробів**

**Виконала:** студентка 2 курсу, групи МгХТз-1-20  
за спеціальністю 181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ Антоненко Вікторія Артемівна

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Ковальова Олена Сергіївна

**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Яремчук Тетяна Іванівна

Дніпро 2022

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

технології зберігання і переробки

сільськогосподарської продукції

доктор технічних наук, професор

Чурсінов Ю.О.

\_\_\_\_\_

(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ**

Антоненко Вікторії Артемівні

1. Тема роботи «Обґрунтування технології виробництва сухого пророщеного зерна пшениці та застосування його при виробництві хлібобулочних виробів».

Керівник роботи Ковальова Олена Сергіївна, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» листопада 2021 року № 3648.

2. Строк подання студентом роботи 11 лютого 2022 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Технологія виробництва хлібобулочних виробів з додаванням сухого пророщеного зерна пшениці обробленого у вакуумній сушарці з ІЧ енергопідводом. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літературних джерел. 2 Методика проведення досліджень. 3 Дослідження технології отримання сухого пророщеного зерна пшениці. 4 Результати досліджень щодо використання сухого подрібненого пророщеного зерна пшениці в хлібопекарському виробництві. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Список джерел посилання. Додатки.

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Огляд літературних джерел. 2 Мета та задачі досліджень. 2 Схема проведення експериментальних досліджень. 3 Дослідне устаткування. 4 Результати досліджень. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. Загальні висновки.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	Ковальова О.С., доцент	29.11.2021	11.02.2022
5	Кравець В.В., доцент	29.11.2021	11.02.2022
6	Павленко О.С., доцент	29.11.2021	11.02.2022

7. Дата видачі завдання 29 листопада 2021 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	21.09-30.09.21	виконано
2	Огляд літературних джерел	01.10-11.10.21	виконано
3	Методика проведення досліджень	12.10-25.10.21	виконано
4	Дослідження технології отримання сухого пророщеного зерна пшениці	26.10-30.11.21	виконано
5	Результати досліджень щодо використання сухого подрібненого пророщеного зерна пшениці в хлібопекарському виробництві	01.12-15.12.21	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	16.12-25.12.21	виконано
7	Організаційно-економічна частина	01.02-05.02.22	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	06.02-10.02.22	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	11.02.2022	виконано

Студент

\_\_\_\_\_

( підпис )

Вікторія АНТОНЕНКО

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

( підпис )

Олена КОВАЛЬОВА

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломної роботи містить 98 сторінок друкованого тексту, 19 рисунків та ілюстрацій, 18 таблиць та використано 64 літературних джерел посилань.

Мета дослідження – обґрунтування технології виробництва сухого пророщеного зерна пшениці для розширення асортименту дієтичних продуктів, і подальшого їх застосування в хлібопекарській промисловості.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва хлібобулочних виробів з додаванням сухого пророщеного зерна пшениці обробленого у вакуумній сушарці з ІЧ енергопідводом.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних показників процесу обробки пророщеного зерна пшениці обробленого у вакуумній сушарці з ІЧ енергопідводом з якісними показниками кінцевого продукту.

Забезпечення населення продуктами харчування, збалансованими за вмістом харчових речовин та функціональних інгредієнтів, є одним із важливих завдань харчових виробництв. Особливий інтерес становлять пророщені зерна пшениці, оскільки саме ця культура повсюдно вирощується в Україні. Крім того, у процесі пророщування в зерні активізуються ферментні системи і відбувається розщеплення складних харчових речовин до більш простих, що є легко засвоюваними організмом людини.

Тому вивчення процесів пророщування зерен злакових культур з подальшою їх сушінням в вакуумних сушарках з інфрачервоним випромінювачами, їх зберігання та використання в технології виробництва хлібобулочних виробів є актуальним завданням для хлібопекарської промисловості України.

Ключові слова: ПШЕНИЦЯ, ЗЕРНО, ПРОРОЩУВАННЯ, ФЕРМЕНТИ, ХАРЧОВІ РЕЧОВИНИ, ТЕХНОЛОГІЯ.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	9
1.1 Пророщене зерно та його основні особливості	9
1.2 Способи одержання пророщених зерен пшениці	21
1.3 Способи консервації пророщених зерен	22
1.4 Сушіння пророщеного зерна. Підбір оптимального виду сушки для консервації пророщеного зерна	25
1.5 Використання пророщеного зерна у хлібопеченні	30
Висновки до розділу	35
2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	36
2.1 Об'єкт та порядок досліджень	36
2.2 Методика проведення досліджень	37
Висновки до розділу	39
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ СУХОГО ПРОРОЩЕНОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ	40
3.1 Експериментальне дослідження технології сушіння пророщеного зерна пшениці	40
3.2 Показники якості готового продукту	50
Висновки до розділу	53
4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ СУХОГО ПОДРІБНЕНОГО ПРОРОЩЕНОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ В ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ	54
4.1 Використання сухого пророщеного зерна пшениці в технології дієтичних хлібобулочних виробів	54
4.2 Результати досліджень	59
4.3 Харчова та енергетична цінність готових виробів	68
4.4 Опис технології, вибір апаратурного оформлення	70
Висновки до розділу	72

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	73
5.1 Охорона праці при роботі на установці інфрачервоного випромінювання в ПП «Самріз»	73
5.2 Аналіз небезпек технологічної схеми	75
5.3 Ризики виникнення надзвичайних ситуацій при підготовці зерна пшениці до переробки в борошно	80
Висновки до розділу	82
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО–ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	83
6.1 Організація проведення дослідження	83
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	87
6.3 Розрахунок вартості дослідження	90
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	91
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	93

## ВСТУП

Забезпечення населення продуктами харчування, збалансованими за вмістом харчових речовин та функціональних інгредієнтів, є одним із важливих завдань харчових виробництв. В останні кілька десятиліть серед населення широко поширилася тенденція вживання в їжу пророщеного зерна та насіння, що володіє корисними властивостями. Особливий інтерес становлять пророщені зерна пшениці, оскільки саме ця культура повсюдно вирощується в Україні. Зерна з проростками довжиною не більше 5 мм містять достатню кількість антиоксидантів, які в малих концентраціях сповільнюють або запобігають окислювальним процесам. Крім того, у процесі пророщування в зерні активізуються ферментні системи і відбувається розщеплення складних харчових речовин до більш простих, що є легко засвоюваними організмом людини.

У той же час, через відсутність сучасної технології отримання пророщеного зерна, яке може зберігатися тривалий час без шкоди для його унікальних властивостей, промисловість не в повній мірі задовольняє попит населення в цьому продукті. Зберігання в сухому вигляді дозволило б вирішити цю проблему, але існуюча технологія конвективного сушіння пророщеного зерна вимагає застосування високих температур, що негативно позначається на вмісті корисних компонентів у висушеному продукті. Конвективне сушіння пророщеного зерна при низьких температурах усунула б цей недолік, однак при цьому створюються сприятливі умови для розвитку патогенної мікрофлори. Отже, необхідне застосування таких технологічних прийомів і обладнання, які дозволяють усунути негативний вплив зазначених вище факторів. Технологія сушки пророщених зернових культур у вакуумній сушильній установці з інфрачервоними випромінювачами найбільш перспективна, так як вона дозволяє повністю висушити продукт при досить низьких температурах, зберігши в ньому корисні речовини, в тому числі і ті, які були отримані при пророщуванні.

Тому вивчення процесів пророщування зерен злакових культур з подальшою їх сушінням в вакуумних сушарках з інфрачервоним

випромінювачами, їх зберігання та використання в технології виробництва хлібобулочних виробів є актуальним завданням для хлібопекарської промисловості України.

Все вищесказане визначило цілі та завдання роботи.

Мета та завдання роботи:

Мета дослідження – обґрунтування технології виробництва сухого пророщеного зерна пшениці для розширення асортименту дієтичних продуктів, і подальшого їх застосування в хлібопекарській промисловості.

До завдань досліджень входило:

- вивчити показники якості зерна пшениці для проведення експериментальних досліджень;
- визначити раціональну температуру та режим пророщування зерна;
- встановити режим сушіння пророщеного зерна пшениці у вакуумній сушильній установці з інфрачервоним енергопідводом;
- встановити термін зберігання висушеного пророщеного зерна;
- обґрунтувати і експериментально підтвердити доцільність використання сухого подрібненого пророщеного зерна пшениці в рецептурі хлібобулочних виробів для підвищення їх харчової цінності;
- дослідити стан охорони праці в ПП «Самріз»;
- виконати розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва хлібобулочних виробів з додаванням сухого пророщеного зерна пшениці обробленого у вакуумній сушарці з ІЧ енергопідводом.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних показників процесу обробки пророщеного зерна пшениці обробленого у вакуумній сушарці з ІЧ енергопідводом з якісними показниками кінцевого продукту.



## 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

### 1.1 Пророщене зерно та його основні особливості

Значна зміна фізичних і біохімічних, як наслідок, і борошномельних властивостей, відбувається при проростанні зерна. В пророщеному зерні розмір зародка збільшується, з'являється зародковий корінець, зерно забарвлюється в коричневий колір. До фізичних ознак такого зерна відносяться збільшення обсягу зернівки, зниження сипучості зернової маси, зменшення в'язкості розігрітої водно-борошняної суспензії. При проростанні маса зерна зменшується внаслідок значного підвищення інтенсивності його дихання. Змінюється також зовнішній вигляд зерна. Установлено, що вже протягом 12 годин проростання зерно ярої та озимої пшениці втрачає блиск. Яра пшениця до 15-ї години проростання надзьобується, а до 21 години має паростки і корінці, забарвлення зерен стає світліше, має слабкий солодовий запах. Зерно озимої пшениці проростає повільніше. Наклеювання відбувається до 18 годин, а паросток і корінець з'являються до 24 годин від початку проростання [7, 18, 19].

Залежно від ступеня проростання, пшеницю по фізичним властивостям відносять до основного зерна або до зернової домішки. У зерні різних стадій проростання збільшується сума низькомолекулярних речовин, що розчиняються у воді, різко підвищується вміст відновлюваних цукрів і небілкових азотистих речовин, поступово знижується білковий азот. При цьому, вміст сахарози в перші години проростання, внаслідок посилення дихання – зменшується, а після 24 годин – збільшується, очевидно, в результаті синтезу її за рахунок крохмалю [34].

За даними вчених, всі компоненти дихальної системи та обміну речовин, всі з'єднання, необхідні для забезпечення пророщених зерен енергією і утворення нових тканин, формуються ще в колосі при дозріванні зерна. Стадію проростання потрібно пройти якнайшвидше, тому що зерно, кинуте в ґрунт, зустрічається з ворожим оточенням. У землі мешкає величезна кількість різноманітних мікроорганізмів, для яких набрякле зерно – чудовий поживний субстрат. До

причин, що викликають зниження хлібопекарського якості борошна, перш за все, слід віднести неправильну сушку зерна, зібраного з підвищеною вологістю, неправильне зберігання, проростання зерна. Але в технології отримання пророщених зерен процес проростання є контрольованим для збагачення зерна вітамінами і ферментами [52].

В процесі проростання, складні запасні речовини насіння розщеплюються на більш прості, які легко засвоюються. У пророщених зернах значно збільшується кількість антиоксидантів (вітамінів, біофлавоноїдів) та мікроелементів. Всі корисні речовини вбудовані в систему живої тканини та містяться в оптимальних кількостях та співвідношеннях. Пророщене насіння представляє інтерес для медиків і біологів, які дотримуються вільнорадикальної теорії старіння [12].

Медичні дослідження доводять, що регулярне вживання в їжу пророщених зерен стимулює обмін речовин і кровотворення, підвищує імунітет, компенсує вітамінну і мінеральну недостатність, нормалізує кислотно-лужний баланс, сприяє очищенню організму від шлаків і ефективному травленню, підвищує потенцію, уповільнює процеси старіння [19].

Проведені клінічні випробування по використанню пророщеного насіння різних культур дали чіткі позитивні результати. Включення пророщених зерен в щоденний раціон дає позитивні результати – дозволяє впоратися одночасно з багатьма недугами, поліпшити самопочуття [18].

Людина використовує пророщене насіння вже понад 5 тисяч років. Цілющою дією володіють пророщені насіння: пшениці, жита, вівса, гречки, сочевиці, гарбуза, соняшнику, кунжуту, льону, розторопші. Крім загального позитивного впливу на організм людини, пророщені зерна кожної окремої культури мають специфічні властивості і рекомендуються людям, що страждають певними недугами. Пророщені зерна злаків нормалізують роботу шлунково-кишкового тракту, благотворно впливають на мікрофлору кишківника. Пророщені зерна гречки покращують стан кровоносних судин. Пророщене насіння сочевиці сприяє кровотворенню, незамінне для профілактики простудних захворювань.

Пророщені насіння льону містять велику кількість  $\alpha$ -ліноленової кислоти, яка бере участь в побудові клітинних мембран; відновлюють еластичність та міцність кровоносних судин, підтримують роботу мозку. Пророщене насіння кунжуту зміцнює скелет, зуби та нігті, регулярний прийом сприяє відновленню зубної емалі. Пророщене насіння гарбуза має активну глистогінну дію, корисне при лікуванні хронічного простатиту. Пророщене насіння розторопші – потужний гепатопротектор. Вони знижують шкідливу дію лікарських препаратів і токсичних речовин, що потрапляють в організм людини з навколишнього середовища, ефективні при лікуванні гепатиту С [12].

Питання про те, що відбувається в насінні, що проростає, присвячені десятки наукових праць. На дуже високому рівні проводяться дослідження в Інституті фізіології рослин. Маючи дані, отримані вченими, нижче представлено, як проростає пшениця [12].

Майже весь обсяг пшеничного зерна займає ендосперм – запасна речовина, що складається з крохмалю. На одному кінці зерна розташовується зародок, що складається із зародкових листків, стебла і корінця, він займає близько 1/10 обсягу зерна. Зовні воно захищене щільною оболонкою. Сухе зерно пшениці – це насіння, що знаходяться в стані так званого вимушеного спокою. Обмін речовин та дихання уповільнені в них настільки, що видимих проявів життя немає. Але зерно живе і в такому вигляді може зберігатися до 50 років, не втрачаючи схожості [12].

Пусковим фактором для проростання сухого зерна є вода. При зіткненні з водою воно починає активно вбирати вологу. Спочатку набухання відбувається за допомогою фізичних сил. Цьому набухання є межа, але зародку, щоб рушити в зростання, такої кількості недостатньо, і він продовжує поглинати воду за рахунок наявних в ньому осматично активних речовин, зокрема, іонів калію. Для повного набухання пшеничного зерна потрібно 8 – 10 годин. Але вже через 2 години після зіткнення з водою в зародку в сотні разів посилюється дихання. Клітинні оболонки підкислюються, клітини подовжуються, у яких утворюються вакуолі. Клітини ще не діляться, але вже зростають, йде зростання розтягуванням.

Зародковий корінець виштовхується назовні – зерно наклонулося. При оптимальних умовах температури, вологості і аерації – це відбувається через 13 - 14 годин [12].

Всі компоненти дихальної системи та обміну речовин, всі з'єднання, необхідні для забезпечення пророщеного зерна енергією і для утворення нових тканин, сформувалися ще в колосі при дозріванні зерна. Знаходяться в зародку неактивні ростові речовини активізуються і сприяють синтезу ферментів, що розкладають складні запасні речовини на більш прості, які необхідні насінню, що проростає для побудови нових тканин. Спочатку утворюються ферменти, здатні перетворювати крохмаль ендосперму в прості цукри (в пшениці – це фруктоза, тому пророщені зерна мають солодкуватий смак), трохи пізніше, під дією інших ферментів, запасні білки перетворюються в амінокислоти і лише на третю добу відбувається розкладання жирів до жирних кислот [19].

Пшениця – одна з найдавніших культурних рослин. Її вирощували ще в Стародавньому Єгипті і, розмелюючи на жорнах, отримували борошно. Єгиптяни, яких в стародавньому світі називали хлібоїдами, вміли використовувати для випікання і прісне і дріжджове тісто. Настільки ж давньою є історія вирощування пшениці і хлібопечення в Стародавній Греції. І в Україні пшеницю обробляли в давнину. З доісторичних часів, задовго до утворення Київської держави, землеробство було основним заняттям слов'янського населення, і пізніше незмінно розвивалося і розширювалося. З пшеничного зерна отримували борошно та пекли хліб, варили каші, робили киселі [18].

У ХХ столітті інтерес до пророщеної пшениці було практично втрачено, проте зараз він знову повертається. Відомий лікар Г.С. Шаталова включає їх в свою систему природного оздоровлення. Вітамін Е (токоферол) міститься у зародку зерна. У природі його головна роль – оберігати від вільних радикалів ненасичені жирні кислоти, дуже важливі для цілісності клітинних мембран. При цьому його молекули окислюються і працювати вже не можуть. Вони здатні відновлювати електрони, отримані від вітаміну С, а також сполуку, що містить

селен. В організмі людини вітамін Е сприяє поліпшенню кровообігу, запобігає утворенню тромбів, а також захищає від вільних радикалів вітамін А [13].

Вітаміни групи В не зустрічаються в природі поодиночі, і діють тільки в комплексі. Кожен вітамін цієї групи - з'єднання зі своїми властивостями і функціями, але працюють вони, підтримуючи один одного. З усіх продуктів найбільш багаті на ці вітаміни проросені зерна пшениці, печінку та пивні дріжджі. Місце їх концентрації в оболонці зерна. Ймовірно, збільшення кількості вітамінів групи В у проростаючому насінні є своєрідним способом захисту ендосперму (центральна частина зерна, «комора» запасних речовин) від пошкоджуючих факторів зовнішнього середовища. В організмі людини тіамін бере участь в вуглеводному харчуванні клітин, в першу чергу нервових (знімає подразливість), і синтезі ферментів. Запобігає розпаду молекул холіну – одного із вітамінів групи В. У процесі обміну речовин вітамін С захищає тіамін від передчасного руйнування. Вітамін В<sub>2</sub> (рибофлавін) – активний антиоксидант, який притягує вільні радикали, як магніт, і нейтралізує їх. Бере участь у перетворенні вуглеводів та жирів на енергію. В організмі людини рибофлавін необхідний для дихання клітин, формування еритроцитів, продукції антитіл. Молекула ніацину (вітамін В<sub>3</sub>) порівняно проста за структурою і дуже стійка. Вона надзвичайно рухлива, що дає їй можливість уникати руйнівної дії вільних радикалів. Можна припустити, що з цими властивостями ніацину і пов'язано те, що його кількість в проростаючому насінні не збільшується. Як і рибофлавін, ніацин бере участь у виробництві енергії в живій клітині, при цьому ферменти ніацину та рибофлавіну працюють у парі, утворюючи своєрідний місток. В організмі людини ніацин необхідний для нормального кровообігу та гормонального обміну. Вітамін В<sub>5</sub> (пантотенова кислота) бере участь у синтезі багатьох ферментів. В організмі людини сприяє виробленню гормонів і засвоєнню вітамінів, необхідний для нормальної роботи шлунково-кишкового тракту. Біотин (один з вітамінів групи В) грає важливу роль в обміні речовин, діючи спільно з пантотеновою і фолієвою кислоти. Вітамін В<sub>6</sub> (піридоксин) бере участь у білковому обміні. В організмі людини сприяє формуванню еритроцитів. Його активність збільшується в кілька

разів в присутності рибофлавіну. Фолієва кислота бере участь у синтезі нуклеїнових кислот та клітинному розподілі, незамінна при утворенні червоних кров'яних тілець. Накопичення її активних форм підтримується вітамінами С і В [16].

Ефективність пророщених зерен, як оздоровчого засобу, обумовлена саме спільною дією всіх розміщених в них компоненту. Всі вітаміни і мікроелементи, всі поживні речовини і ферменти, які містяться в пророслому насінні, необхідні для життєдіяльності організму людини. Синтетичні препарати, що складаються з набраних окремо макро- та мікроелементів та штучно отриманих вітамінів, не можуть надати на організм такої дії. Дослідження довели, що добова доза синтетичних вітамінів повинна бути автоматично збільшена в 10 – 100 разів. Такі величезні кількості навряд чи корисні, тим більше, що, на думку відомого американського фармацевта Р. Шульца, практично всі вітаміни та мінеральні добавки не є екстрактами з харчових продуктів, ніхто в наш час не перемелює свіжі овочі, трави та зерна для виготовлення цих таблеток [12].

При помелі зерна кількість вітамінів і мікроелементів значно знижується. Це відбувається і тому, що з борошна видаляються висівки (оболонка зерна і зародок) і тому, що в цілому знищується живий організм насіння. Через 2 тижні після помелу високосортне борошно – це вже крохмаль. При випіканні хліба його збагачують синтетичними вітамінами, але процес втрати «ступеня корисності» продовжується. Крім вітамінів і мікроелементів вони містять амінокислоти, прості цукри і жирні кислоти, котрі утворилися в результаті роботи гідролітичних ферментів насіння і легко засвоюються нашим організмом. Оболонка зерна – це клітковина, вона нормалізує роботу шлунково-кишкового тракту та сприятливо впливає на кишкову флору. Пророщені зерна – жива багатогранна система, в якій окремі цілющі для нашого організму речовини пов'язані один з одним і знаходяться в активному стані. Саме тому вони дають різний оздоровчий ефект, нормалізує роботу багатьох органів і повертаючи здоров'я людині будь-якого віку [18].

Пшеницю вирощують уже 5 – 7 тисяч років, її дикі види, її предки не виявлено. А жито має багато диких видів і вийшло з сміттєпольового жита, яке з давніх-давен заселяло посіви пшениці і ячменю. Воно було постійно на очах у хліборобів, і вони не могли не помітити його витривалості, його підвищену здатність протистояти холодам, вітрам, дощам і посухам. При посіві в горах і північних районах пшениця випадала, а жито приносило врожай. Його поступово стали вирощувати на рівні з пшеницею і ячменем. У культурі воно з'явилося лише в I столітті до нашої ери, з VI-VII століть основною їжею на Русі був житній хліб [18].

Говорячи про жито, часто доводиться використовувати слово «сама». Це сама холодостійка хлібна культура, яка обробляється в помірних областях земної кулі. Насіння жита здатне проростати при температурі, близькій до нуля, сходи під сніговим покривом витримують зниження температури до  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$  і нижче. Це велика рослина, яка вінчає колос, вага якого в 4 рази більша за вагу стебла [13].

Утримує це потужна розгалужена коренева система, яка проникає в ґрунт на глибину до 2 м. Така коренева система володіє підвищеною здатністю засвоювати поживні речовини з важко доступних зон, тому жито маловимоглива до ґрунтів. Будучи за природою бур'яном, воно, у свою чергу, придушує інші бур'яни [17].

У порівнянні з пшеницею жито має більшу здатність протистояти несприятливим факторам зовнішнього середовища. Можливо, незвичайна сила імунітету цієї рослини залежить від того, що зерна жита містять більше вітаміну Е (10 мг/100 г), ніж зерна пшениці (7 мг/100 г), а цей вітамін – основний антиоксидант пророщених зерен злакових культур. Хоча порівняно з пшеницею жито містить трохи менше білків (13 %), ці білки характеризуються кращим набором амінокислот (містять більше лізину та треоніну). У насінні жита 2 % жирів, 69 % вуглеводів, 3,5 % клітковини. Воно є прекрасним джерелом вітамінів групи В, містять вітаміни В1 (0,45 мг/100 г), В2 (0,26 мг/100 г), В3 (1,3 мг/100 г), В5 (1,5 мг/100 г), В6 (0,41 мг/100 г), фолієву кислоту (0,04 мг/100 г). У його складі також вітаміни С, К, Р. Багате жито макро- і мікроелементами,

містить калій (425 мг/100 г), кальцій (58 мг/100 г), фосфор (292 мг/100 г), магній (120 мг/100 г), фтор, кремній, сірку, ванадій, хром, селен, мідь, молібден. Хороше джерело марганцю (2,7 мг/100 г), заліза (4,2 мг/100 г), цинку (2,5 мг/100 г) [16].

Дослідження, проведені колективом вітчизняних вчених дозволили визначити сумарний вміст водорозчинних антиоксидантів в сухому зерні, а також в пророщених зернах на другу і п'яту добу після початку пророщування. Були також проаналізовані і деякі зернові продукти. Вимірювання сумарного вмісту водорозчинних антиоксидантів проводилися амперометричним методом. Отримані дані представлені на рис. 1.1. Вони дозволяють зробити наступні висновки: будь-яка обробка зерна знижує антиоксидантну активність вихідного насіння, кількість антиоксидантів в пророслому насінні значно збільшується [13].

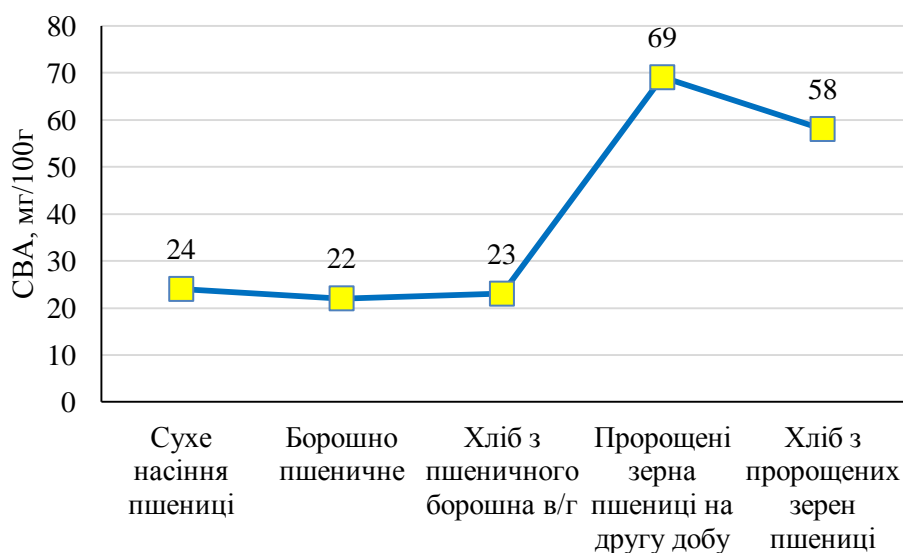


Рисунок 1.1 – Сумарний вміст антиоксидантів (СВА) у різних продуктах харчування

Проросле насіння жита – прекрасний оздоровчий продукт, активно стимулюючий імунну систему людини. Пророщені зерна жита – джерело високоякісних рослинних білків і широкого набору вітамінів – антиоксидантів. Включення їх у раціон – чудовий засіб для зміцнення організму та подолання авітамінозу. За своєю дією вони схожі з пророслими зернами пшениці – компенсують вітамінну і мінеральну недостатність, стимулюють роботу



кишківника, посилюють його перистальтику і нормалізують мікрофлору, мають легку проносну дію, сприяють очищенню організму від шлаків. Показані при лікуванні захворювань шлунково-кишкового тракту - хронічних колітів, гастритів і гастродуоденітів, при комплексному лікуванні виразкової хвороби шлунка і дванадцятипалої кишки в стадії ремісії. Нормалізують роботу кровоносної і нервової систем, поліпшують обмін речовин. Рекомендуються для лікування цукрового діабету, алергії, ожиріння. Сприяють очищенню шкіри та росту волосся [18].

Овес, як і жито – колишній бур'ян. Засмічував колись посіви полби та ячменю, а при просуванні на північ поступово їх витісняв, так як володів більшою стійкістю до несприятливих умов. Молодша культура, порівняно з пшеницею, обробляється з другого тисячоліття до нашої ери, як і жито, розвивають потужну кореневу систему, яка може проникати в ґрунт на глибину до 2 м. У більшості сортів вівса зерно покрито щільними квітковими лусками. При отриманні крупи такий овес піддається механічній обробці видалення оболонки, що призводить до пошкодження зародка і втрати схожості. Однак є так звані голозерні сорти, у яких зерно вільно лежить між квітковими оболонками. Таке зерно не вимагає механічного видалення оболонки, зберігає свою цілісність і придатне для отримання пророщених зерен, настільки ж повноцінних, як пророщені зерна пшениці та жита. Корисні якості пророщених зерен вівса визначаються особливостями складу його насіння і багато в чому перевершують пророщене насіння інших злаків. Зерно вівса характеризується оптимальним співвідношенням вуглеводів, жирів і вітамінів групи В. Недарма, вівсяна каша – незамінний дієтичний і лікувальний засіб. У порівнянні з усіма іншими злаковими культурами, овес має найбільшу кількість жирів (до 11 %). Велика частина жирних кислот представлена у вівса лінолевою кислотою, надзвичайно корисною для людини. Зерно вівса містить у середньому 40 % крохмалю, від 9 до 20 % багатого незамінними амінокислотами білка, велика кількість клітковини, вітаміни Е і К. Хороше джерело кальцію, заліза (4,2 мг/100 г), магнію, сірки, кремнію, в його складі також хром, цинк, фтор, йод [12].

Пророщені зерна вівса – тонізуючий, загальнозміцнюючий і протизапальний засіб, має обволікаючу, жовчогінну та мочегінну дію, сприяє виведенню токсинів. Показане при гіповітамінозі, хронічних захворюваннях шлунково-кишкового тракту, при залізодефіцитній анемії, виснаженні нервової системи, діабеті, при відновленні після хвороби. Рекомендується вводити його в раціон і в тяжких випадках – після перенесеного ішемічного інсульту, при хворобі Паркінсона, розсіяному склерозі. Можна припустити, що кількість вітаміну С в пророщених зернах пшениці, жита і вівса співвідноситься з рівнем імунітету цих рослин. Їх відрізняє різна здатність протистояти несприятливим умовам зовнішнього середовища. Жито і овес почали вирощувати значно пізніше пшениці. Однак, при просуванні на північ, ці культури поступово витісняли пшеницю, так як краще переносили холод, вітер, дощ і посуху [12].

Для повного набухання насіння, злакових культур потрібно близько 8 – 10 годин, але вже через 2 години після взаємодії з водою, в зародку в сотні разів посилюється дихання. Для побудови нових тканин насіння злаків використовують в основному крохмаль ендосперму, а також білки і жири зародку. Під дією ферментів, складні молекули цих речовин перетворюються в більш прості: крохмаль – в цукру, білки – в амінокислоти, жири – в жирні кислоти [20].

Загально визнано, що насіння зернових культур не є для людини джерелом вітаміну С, у сухому зерні його небагато. Вважається, що основним антиоксидантом в пророщених насінні зернових є вітамін Е. Проте з наведених даних випливає, що в процесі проростання насіння всіх культур активно синтезують вітамін С. Особливо енергійно цей процес йде в насінні вівса, до 10-го дня кількість цього вітаміну досягає 23,71 мг/100 г, що майже 27 разів більше в порівнянні з зерном (0,88 мг/100 р) [16].

У насінні жита кількість вітаміну С зростає при проростанні майже в 23 рази та досягає значної величини (13,26 мг/100 г). В пророщених зернах пшениці вітамін С синтезується не настільки активно, однак і тут його кількість збільшується в 8,9 рази. Слід також зазначити, що після 7-го дня (при кімнатній

температурі) пророщені зерна пшениці починали пліснявіти, в той час як пророщені зерна жита і вівса залишаються неушкодженими. Можливо, це пов'язано з тим, що в пророщених зернах двох останніх культур кількість вітаміну С продовжувало зростати [12]. Можна припустити, що кількість вітаміну С в пророщених зернах пшениці, жита і вівса співвідноситься з рівнем імунітету цих рослин. Їх відрізняє різна здатність протистояти несприятливим умовам зовнішнього середовища. Значення тих процесів, які відбуваються при пророщування, і той вплив, які вони надають на зернівку наочно відображено в таблиці 1.1, де показано співвідношення основних елементів і вітамінів в зерні, як звичайному, так і пророщеному, а також в борошні і хлібі [18].

Таблиця 1.1 – Кількість деяких хімічних елементів та вітамінів у різних продуктах (мг/100г)

Хімічні елементи та вітаміни	Білий хліб	Борошно вищого гатунку	Пшеничне зерно	Пророщене пшеничне зерно
Кальцій	18,00	22,00	44,0	71,0
Калій	Немає даних	122,00	350,0	850,0
Магній	0,50	16,00	146,0	340,0
Фосфор	87,00	92,00	329,0	1100,0
Залізо	0,70	1,10	3,9,0	10,0
Цинк	Немає даних	Немає даних	4,10	20,00
Тіамін (В1)	0,10	0,18	0,45	2,00 – 3,00
Рибофлавін (В2)	0,07	0,13	0,23	0,70
Нікотинова кислота (В3)	0,67	1,00	5,30	Немає даних

Найважливішим фактором глибоких біохімічних змін в пророслому зерні є посилення активності амілолітичних ферментів особливо  $\alpha$ -амілази.

За відповідних умов, вологості та доступу кисню вже в першу добу виявляється підвищення активності амілазного комплексу. Величина активності амілаз може бути індикатором технологічних властивостей зерна та борошна. У зерні озимої і ярої пшениці виявлено сумарний інгібітор  $\alpha$ -амілази, вивчені його компонентний склад і активність. Встановлено, що він складається з п'яти компонентів, співвідношення яких змінюється в залежності від умов вирощування зерна. Мінімальна молекулярна маса сумарного інгібітору, його амінокислотний склад незначно залежать від сортових особливостей [55].

У початковий період проростання синтетичні процеси і метаболічні реакції за участю фосфору протікають в зародку в основному за рахунок власних запасів. Мобілізація фітину алейронового шару ендосперму починається до кінця першої доби проростання і стає тим більше, чим вище активність появи пророщених зерен. При цьому утворені в ендоспермі амінокислоти переміщуються в зростаючі частини насіння. В процесі проростання пшениці вміст вільних ліпідів залишається майже без змін. При цьому спостерігається невелике збільшення активності ферменту ліпази та кислотності жиру. При проростанні зерна вміст крохмалю зменшується, збільшується вплив на крохмальні зерна ферменту  $\alpha$ -амілази, яка міститься в борошні в меншій кількості і становить приблизно 0,1 % білка від загального вмісту. Як і  $p$ -амілаза, вона представлена ізоензимами, але локалізована в основному в перикарп. Існує два типи  $cc$ -амілази: амілаза зерна, що розвивається, і амілаза проростання. Перша найактивніша на ранніх фазах розвитку зернівки. Активність багато дослідників пов'язують з деградацією дрібних крохмальних зерен перикарпі в цей час. В ході розвитку зерна активність  $\alpha$ -амілази падає і до фази повної стиглості стає важко визначаємою.

Для хлібопекарських властивостей пшениці істотне значення має зміна білкових речовин і, в першу чергу, кількість і якість клейковини. Проростання зерна протягом доби не завжди призводить до значного зниження рівня клейковини. У сортів пшениці зі слабкою клейковиною її властивості змінюються вже на перших етапах проростання. При цьому чим слабша вихідна клейковина і

чим менша її кількість, тим більшою мірою вона слабшає та знижується її вихід [36].

Для зерна з міцної вихідною клейковиною гідроліз білків при проростанні зерна може справити позитивний вплив – збільшується її кількість і поліпшується якість. Відмінності у зміні якості клейковини при проростанні впливають на хлібопекарські властивості борошна [55].

Г. А. Єгоров відзначає важливе значення вихідної вологості зерна при однаковій кінцевій. Зі збільшенням кількості введеної води інтенсифікується зміна вихідних властивостей зерна. При більшому зволоженні зерна сильніше зростає питомий обсяг, але характер кривих розпушування однаковий. Зміни в зерні обумовлені впливом інтенсивності внутрішнього вологоперенесення на мікроструктуру і фізико-хімічні властивості зерна. Дія води та тепла викликає у зерні складні взаємопов'язані процеси, що впливають на його технологічні властивості. Зміна борошномельних характеристик пшениці пов'язано, перш за все, з розпушуванням ендосперму внаслідок сумарної дії фізико-біохімічних процесів, які супроводжують внутрішній вологоперенос. Крім того, помітно змінюються міцність і еластичність оболонок, а також ступінь їх зв'язку з ендоспермом [5, 8, 9].

## 1.2 Способи одержання пророщених зерен пшениці

«Найбільш поширеним способом приготування пророщеного зерна є наступний. Необхідно промити холодною водою 50 – 100 г зерен і засипати їх у плоский скляний, фарфоровий або емальований посуд шаром не більше 2 см для забезпечення рівномірного проростання. Зерно можна насипати або на тканину або марлю, або безпосередньо на дно посуду. Зверху зерно накривається тканиною або марлею, і заливається водою кімнатної температури до верхнього рівня зерна. Розташоване в теплому затемненому місці зерно, в міру необхідності, зволожується. Проростання зерен до рекомендованих 1 – 3 мм відбувається приблизно за 24 – 48 годин, залежно від температури навколишнього середовища

та якості зерна. Набряклі зерна (а їх проростання відбувається не одночасно) і ті, які ще не проклюнулися, але вже налилися соками, є повноцінним продуктом. Потім зерна добре промиваються під струменем води, після чого їх можна вживати в їжу. Для пророщування можна використовувати практично всі види злакових, бобових, насіння овочів та горіхів. При пророщуванні зерна слід підтримувати у такому стані, щоб вони були не надто сухими та не надто мокрими. Якщо вони будуть занадто сухими, зародок в них загине, а якщо занадто вологими - з'явиться пліснява. Неприпустимо пророщувати зерно занадто довго, так як пророщені зерна тоді будуть жорсткими і гіркими на смак. Пророщені зерна або страви з них краще вживати відразу, але можна зберігати в холодильнику до 3 – 4 днів. Для зберігання таких страв бажано додати як консервант мед і лимон. Якщо при зберіганні в холодильнику розмелена пророщена пшениця потемніла (окислилася), особливо в суміші з горіхами або іншими добавками, її не слід вживати. Щоб мати можливість довго зберігати пророщене зерно і транспортувати його і отримані з нього продукти на далекі відстані, необхідно використовувати різні способи консервації» [18].

### 1.3 Способи консервації пророщених зерен

«Особливістю пророщених зерен є те, що вони можуть зберігатися без втрати якості при низькій температурі (в побутовому холодильнику) всього кілька діб. Щоб мати можливість тривалий час зберігати пророщене зерно і транспортувати його і отримані з нього продукти на далекі відстані, необхідно використовувати різні способи консервації. Аналіз літературних джерел виявив такі способи консервації пророщених зерен злакових та бобових культур».

«Консервація за допомогою сушіння. При використанні звичайних зернових сушарок зерно перемішується в потоці гарячого повітря, температура якого варіює від 70 до 210 °С. У таких умовах якість висушених пророщених зерен значно знижується. Оптимальним способом їх консервації є ліофільне сушіння (ліофілізація), вироблена з допомогою сублімаційних сушарок, у яких матеріал

зневоднюється у замороженому стані під вакуумом. При цьому вода видаляється шляхом сублімації льоду, тобто перетворення його в пару, минаючи рідку фазу. Сублімаційні сушильні установки широко застосовуються для консервації харчових продуктів (наприклад, м'ясного фаршу) і медичних препаратів (антибіотиків, бактеріальних препаратів). Використання такої сушки для зневоднення і консервації пророщеного зерна дає можливість отримувати суху речовину, в якій зберігаються всі корисні речовини, накопичені і синтезовані насінням в процесі проростання» [4, 11].

«Цільове призначення сублімованих пророщених зерен, отриманих з насіння різних культур, може бути найрізноманітнішим. Порошок, отриманий з сублімованих подрібнених пророщених зерен (борошно), може стати основою для виготовлення оздоровчих таблеток. Такі таблетки можуть бути як дрібними, так і досить великими (типу глюкози з аскорбіновою кислотою). Будучи виготовленими з пророщених зерен різних культур, вони будуть мати відмінну один від одного оздоровчу дію. Таблетки можна додатково збагачувати, змішуючи їх з білками (сухим знежиреним молоком), вітамінами і мікроелементами, з різними біологічно активними добавками, а також використовувати їх в якості носіїв корисної мікрофлори і деяких лікарських засобів» [12].

«Борошно із сублімованих пророщених зерен пшениці та жита можна використовувати як звичайне борошно (для випікання хлібобулочних виробів), або додавати його до звичайного борошна. Борошно, отримане з сублімованих пророщених зерен різних культур, можна широко використовувати при виробництві найрізноманітніших продуктів – хлібних паличок, макаронних і кондитерських виробів, сухих супів, соусів і салатів, продуктів для дієтичного, діабетичного і дитячого харчування (як сухого, так і як пюре)» [1].

«З цілісних або подрібнених пророщених сублімованих зерен різних культур (пшениця, жито, сочевиця, соя, гречка) можна виготовляти крупу, щоб використовувати її для приготування каш, супів, а також у виробництві харчових концентратів. З нього можна виготовляти так звані «готові крупи» – пшеничні,

житні, гречані пластівці. З метою підвищення поживної цінності можна змішувати крупи, отримані з сублімованих пророщених зерен різних культур, при бажанні збагачуючи їх так само, як і борошно. Пророщене сублімоване зерно соняшника, гарбуза і кунжуту, пластівці з цілісних пророщених зерен пшениці, жита і гречки можуть стати основою мюслі, харчова цінність якого буде значно вище, в порівнянні з іншими продуктами цієї групи, що випускаються» [19].

«Консервація за допомогою спучування зерна. Спосіб спучування зерна шляхом короткочасного впливу на нього високої температури дозволяє отримувати сухі продукти типу попкорн. В якості вихідної сировини для виготовлення попкорну можна використовувати попередньо пророщене і висушене зерно або його частини, що істотно збагатить отримуваний продукт корисними речовинами. Останнім часом отримали широке розповсюдження сухі брикети з зерна, підданого спучуванню шляхом короткочасного (5 – 8 секунд) впливу на вихідну сировину високої температури і розрідженням в формуючій камері. Якщо при виготовленні таких харчових брикетів використовувати попередньо пророщене, а не «спляче» зерно, кінцевий продукт буде містити набагато більше корисних компонентів, законсервованих у виробі, який може зберігатися довго. Такі сухі хлібці можна готувати з пророщеного насіння різних культур, вводити в них різноманітні наповнювачі, мінеральні речовини, вітаміни, корисну мікрофлору, смакові добавки, морську або кам'яну сіль» [15].

«Асептичне консервування. Для збереження корисного складу пророщеного зерна може бути використано асептичне консервування, при якому продукти спочатку стерилізують в спеціальних апаратах при високих температурах протягом короткого часу (зазвичай не більше 1 – 2 хвилини), потім охолоджують і упаковують в заздалегідь простерилізовану герметичну тару. Таким способом можна з пророщеного зерна різних культур виготовляти консерви типу «зелений горошок» або «цукрова кукурудза», при бажанні збагачуючи їх різними добавками. Продукти харчування й екстракти, отримані з пророщеного зерна, можна використовувати для збагачення консервованих фруктових та овочевих соків» [14].



Але, тим не менше, найбільш перспективним з усіх перелічених способів консервації пророщених зерен є сушка.

#### 1.4 Сушіння пророщеного зерна. Підбір оптимального виду сушки для консервації пророщеного зерна

По своїй фізичній суті сушка є складним дифузійним процесом, швидкість якого визначається швидкістю дифузії вологи в навколишнє середовище. Висушуваний матеріал за будь-якого виду сушіння перебуває у контакті з вологим газом (переважно з повітрям). За останні роки в промисловості отримав широке застосування спосіб сушіння матеріалів інфрачервоними променями. Тривалість сушіння інфрачервоними променями у кілька разів менша, ніж у конвективних сушильних установках. Інфрачервоні промені визначають інтенсивність нагрівання поверхні виробу, дають можливість посилити ефект тепловіддачі без застосування високих швидкостей повітря та високих температур агента сушіння [20]. Таким чином, процес сушіння являється поєднанням пов'язаних один з одним процесів тепло- і масообміну (вологообміну) [11].

За способом підведення тепла до висушуваного матеріалу розрізняють наступні види сушіння:

1. Конвективна сушка – шляхом безпосереднього зіткнення висушуваного матеріалу з сушильним агентом, в якості якого зазвичай використовують нагріте повітря або топкові гази (як правило, в суміші з повітрям) і тепло, необхідне для випаровування вологи з матеріалу, що передається від повітря, димових газів або перегрітої пари сухому матеріалу шляхом безперервного або періодичного дотику;

2. Контактна сушка – шляхом передачі тепла від теплоносія до матеріалу через стінку, що їх розділяє. Тепло, необхідне для випаровування вологи з матеріалу, передається йому від гарячої поверхні, що стикається з матеріалом;

3. Радіаційна сушка – шляхом передачі тепла інфрачервоними променями, а тепло, необхідне для випаровування вологи з матеріалу, передається

останньому тепловими (інфрачервоними) променями від генератора випромінювання.

4. Діелектричне сушіння – шляхом нагрівання в полі струмів високої частоти;

5. Спосіб хімічної сушки – шляхом попереднього проникнення матеріалів (перед сушінням) у водних (концентрованих) розчинах солей;

6. Сублімаційне сушіння – сушіння в замороженому стані при глибокому вакуумі. За способом передачі тепла цей вид сушіння аналогічний контактній сушці, але своєрідність процесу змушує сублімаційну сушку виокремити в особливу групу [49].

Висушуваний матеріал, при будь-якому виді сушки, знаходиться в контакті з вологим газом (в більшості випадків з повітрям). При конвективному сушінні вологому газу (що є сушильним агентом) належить основна роль в процесі. За останні роки в промисловості отримав широке застосування спосіб сушіння матеріалів інфрачервоними променями. Цей спосіб застосовується для сушіння лакофарбових металевих та дерев'яних покриттів деталей на підприємствах різних галузей промисловості, а також текстильних, паперових матеріалів, харчових продуктів [40]. Тривалість сушіння інфрачервоними променями в кілька разів менше, ніж в конвективних сушильних установках. Радіаційні сушильні установки дешевше і легко включаються у виробничий процес.

При конвективному способі сушіння в перший період температура матеріалу або виробу, що висушується дорівнює температурі мокрого термометра, а під кінець сушіння наближається до температури сушильного агента. Якщо в безпосередній близькості від матеріалу виробу, що висушується помістити поверхню нагріву, то температура поверхні виробу підвищується, збільшується при цьому випаровування вологи з його поверхні і скорочується термін сушки. Інфрачервоні промені, які, як це зазначено вище, визначають інтенсивність нагріву поверхні виробу, дають можливість посилити ефект тепловіддачі без застосування високих швидкостей повітря і високих температур агента сушіння. Основним недоліком конвективного способу сушки є рух вологи

всередині матеріалу до його поверхні тільки за рахунок перепаду між вологістю у внутрішніх і зовнішніх шарах матеріалу. Так як в цьому випадку температура в центрі менша, ніж на поверхні, то перепад температур має негативний вплив і загальмовує рух вологи в матеріалі. Перепад вологості створюється за рахунок її зниження біля поверхні матеріалу, що омивається повітрям, що має відносну вологість менше 100 %. В результаті вологість на поверхні матеріалу встановлюється нижче за гігроскопічну. Чим більша різниця вологостей у центральній та периферійній зонах матеріалу, тим нижча вологість і тим більша усушка матеріалу на поверхні [11].

Сушіння матеріалу за рахунок градієнта температури здійснюється в контактних сушильних установках. Перепад температур створюється при цьому як з допомогою одностороннього підігріву, так і за рахунок зниження температури поверхні матеріалу у період сушіння. Це зниження температури відбувається за рахунок випаровування вологи з відкритої поверхні матеріалу.

Контактні вакуумні сушарки мають переваги перед контактними сушарками атмосферного типу, так як в них можна створити значний градієнт температури в матеріалі без застосування високих температур, чим цей спосіб вигідно відрізняється також і від осцилюючого режиму сушки при атмосферному тиску. Для створення градієнту температури всередині матеріалу періодичний підігрів проводиться насиченим паром, при цьому інтенсивна сушка при вакуумі змінюється зволоженням під час прогріву [10].

Вакуумні контактні сушильні установки застосовуються для сушіння фармацевтичних та харчових продуктів. Внаслідок їх складності та дорожнечі ці сушарки мають порівняно обмежене застосування і зустрічаються головним чином у хімічній промисловості. У контактних вакуумних сушарках випаровування вологи з матеріалу відбувається завдяки безперервному підводу тепла до матеріалу, що сушиться від гріючої поверхні, з якою він стикається, і безперервній конденсації пари, що утворюється. Іноді для інтенсифікації процесу сушіння тепло підводиться і до відкритої поверхні матеріалу шляхом випромінювання від нагрітих змійовиків, що розташовані в робочій камері

сушильної установки. Швидкість випаровування визначається кількістю тепла, що підводиться до матеріалу, яке залежить від різниці температур гріючої стінки і матеріалу [40].

Технологічними перевагами вакуум-сушильних установок порівняно з атмосферними є інтенсивне сушіння за низьких температур, що важливо для матеріалів, що не витримують високої температури, і стерильність середовища. Герметичність сушильної камери дає гарантію від забруднення сухого продукту пилом із навколишнього повітря [40].

Сушіння під вакуумом не залежить від атмосферних умов і протікає швидко внаслідок великого позитивного градієнта температур між закритою, що нагрівається і відкритою поверхнею матеріалу, і великої різниці температур середовища та матеріалу [11].

При сушінні під вакуумом теплообмін між матеріалом і поверхнею нагріву більш інтенсивний. При цьому втрати тепла з відпрацьованим сушильним агентом майже відсутні, тоді як в атмосферних сушильних установках 25 – 40 % всього введеного тепла несеться нераціонально з сушильним агентом, зазвичай не повністю насиченим вологою. До недоліків сушки під вакуумом слід віднести велику вартість сушильного устаткування, внаслідок складності його конструкції, наявності спеціальної сушильної установки і труднощі нагляду за процесом сушіння, так як відкривання люків сушильної установки порушує вакуум. Так як вакуумне сушіння відбувається в герметично закритому апараті, то передача тепла конвекцією не велика. Тому, щоб підтримати значну інтенсивність сушки в вакуумі, тепло, необхідне для випаровування рідини, підводиться до висушеного матеріалу шляхом теплопровідності від нагрітої поверхні (контактна сушка) або радіацією від нагрітих екранів (сушка інфрачервоними променями). Таким чином, вакуумна сушка за способом підведення тепла до матеріалу є або контактним сушінням, або сушінням з нагріванням інфрачервоними променями [40].

Основні положення кінетики процесу сушіння були вперше сформульовані радянськими вченими застосовано по відношенню до випаровування вологи з

грунту. Приблизно в 30-х роках ХХ століття американськими вченими був застосований апарат класичної теорії дифузії для опису переносу вологи всередині матеріалу в процесі сушіння. Наступним важливим етапом розвитку теорії сушіння є встановлення в 1933 – 1935 роках явища термодифузії вологи (термовологопровідність), що спільно з концентраційною дифузією було основою для створення системи диференціальних рівнянь волого і теплопереносу в капілярнопористих тілах [10].

Якщо температура матеріалу вище температури повітря (за рахунок попереднього прогрівання), то на першій стадії відбувається охолодження матеріалу. В цьому випадку, початкова стадія стає стадією охолодження матеріалу. Після стадії прогріву (охолодження) вологовміст матеріалу зменшується з часом за лінійним законом. Отже, спад вмісту вологи в одиницю часу (швидкість сушіння) буде величиною постійної [23].

Всі вологі матеріали в залежності від їх основних колоїдно-фізичних властивостей можна розділити на три види:

- типові колоїдні тіла;
- капілярнопористі тіла;
- капілярнопористі колоїдні тіла, що володіють властивостями перших двох видів [40].

Саме до третьої групи і належить об'єкт досліджень – зернівка злакових культур.

Вологі матеріали, що піддаються термічній обробці або періодичному впливу тепла і вологи, змінюють свої фізичні властивості. Ці зміни обумовлені молекулярним характером зв'язку поглиненої рідини із речовиною тіла. Всі форми зв'язку речовини з водою діляться на три великі групи: хімічний зв'язок, фізико-хімічний зв'язок, фізико-механічний зв'язок. Хімічно зв'язана вода утримується найбільше міцно і при нагріванні тіла до 120 – 150 °С не видаляється. Технологічними перевагами вакуум-сушарок, в порівнянні з атмосферними є інтенсивна сушка при низьких температурах, що важливо для матеріалів, що не витримує високої температури і стерильність середовища. При сушінні тонких

матеріалів, товщиною від 2 до 10 – 15 мм, які можуть проникати промені, протягом значного часу процесу сушіння в їх центрі встановлюється більша температура, ніж при поверхні. Волога в матеріалі в цьому випадку рухається як під впливом градієнта вологості, так і за рахунок градієнта температур і сушка протікає інтенсивно. При сушінні термовипроміненням товстого шару матеріалу температура в товщі матеріалу буде нижче, ніж температура на його поверхні, наближаючись до неї тільки під кінець сушіння (після видалення вільної вологи). Якщо пористий матеріал і теплові промені проникають в нього, то волога, в перший момент, під дією градієнта температур, йде всередину матеріалу. Внаслідок цього в матеріалі створюється такий градієнт вологості, який створює рушійну силу вологопровідності, велику сили термовологопровідності, і під дією цієї сили волога починає переміщуватися в зворотному напрямку з центральних шарів до поверхні і відбувається сушка матеріалу [40].

Сушіння під вакуумом не залежить від атмосферних умов і протікає швидко внаслідок великого позитивного градієнта температур між закритою поверхнею, що нагрівається і відкритою поверхнею матеріалу [12].

### 1.5 Використання пророщеного зерна у хлібопеченні

Хліб та хлібопродукти у харчовому раціоні займають провідне місце. Немає сумніву, що в перспективі вони також залишаться головними харчовими продуктами на будь-якому столі. У північно-східній частині Нечорноземної зони хліб є переважаючим продуктом добового раціону харчування. Незбалансованість і суттєві відхилення в харчуванні практично всіх груп населення необоротно ведуть до гострого і повсюдного дефіциту вітамінів, необхідних для нормальної життєдіяльності людини. Як наслідок 90 % населення України відчувають нестачу в вітаміні С і близько 50 % вітамінів групи В, які можна отримувати, вживаючи в їжу хлібобулочні вироби збагачені вітамінами [1, 21].

Хлібу займає виняткове місце в харчуванні людини внаслідок вмісту в ньому компонентів, що володіють живильною і біологічною цінністю. Разом з

тим сортовий помел пшениці зумовлює отримання продуктів, збіднених деякими компонентами, що мають величезне значення для обміну речовин людини. З даних розподілу хімічних компонентів зерна за його частинами випливає, що вміст мінералів і вітамінів в різних продуктах помелу буде залежати від того, які частини зерна увійшли до його складу. Сортівий помел не лише збіднює вітамінами борошно вищих сортів, а й призводить до відсутності деяких із них. Так вітаміну В1 у пшеничному зерні міститься 0,27 мг, у хлібі з пшеничного борошна вищого гатунку – 0,11 мг, вітаміну В2 – 0,06 мг, вітаміну РР – 0,92 мг, вітаміни А та С у хлібі практично відсутні. Аналогічно змінюється у зерні та борошні вміст мінеральних речовин [30].

При введенні в рецептуру хліба компонентів, які надають лікувальні і профілактичні властивості і роблять істотний вплив на якісний і кількісний склад раціону харчування людини, дозволяє ефективно вирішити проблему профілактики і лікування різних захворювань, пов'язаних з дефіцитом тих чи інших речовин. До складу функціональних харчових інгредієнтів входять харчові волокна, протеїни і вітаміни, мінерали і інші речовини [37].

Сучасний асортимент хліба в Україні складався протягом століть і випікався він зазвичай із традиційної сировини – житнього, пшеничного борошна, води, солі, а в якості закваски застосовувалося стигле (кисле) тісто, що містить дріжджі та молочнокислі бактерії. З розвитком хлібопекарського ремесла асортимент хлібобулочних виробів розширювався за рахунок застосування борошна різної сортності, а також шляхом використання харчових добавок і хлібопекарських поліпшувачів при приготуванні тіста [44].

Розвиток промислового виробництва хліба постійно супроводжується науковими розробками. Останнім часом споживачами проявляється підвищений інтерес до організації дієтичного харчування, і медицина висуває певні вимоги до галузі, маючи на увазі покращення харчової цінності хлібобулочних виробів і застосування спеціальних добавок в хліб [45].

Асортимент хлібобулочних виробів, що виробляються в нашій країні, включає більше 1000 різних за зовнішнім виглядом, смаком і поживністю

найменувань. Це пояснюється тим, що хліб виробляють з борошна різних виходів і сортів, по неоднаковій рецептурі і із застосуванням різних технологічних прийомів [34].

У концепції державної політики в області здорового харчування населення України передбачається створення умов, що забезпечують різноманітні вікові і професійні групи людей раціональним харчуванням з урахуванням традицій, звичок, стану економіки і вимог медичної науки. Хлібобулочні вироби можуть бути призначені як для широких верств населення, так і для профілактики та лікування різних захворювань [10]. Впроваджуючи новий асортимент, слід пам'ятати основні вимоги споживача – зберігати традиційні смакові властивості готових виробів, використовуючи рекомендації дієтологів, знижуючи споживання цукру, використовуючи в тому числі і нетрадиційну сировину [39].

Фахівці пропонують додавати в традиційні продукти в невеликій кількості спеціальні біологічно активні добавки, що виконують ту чи іншу лікувально-профілактичну функцію, як в хлібобулочні, так і в кондитерські вироби [45].

Наприклад, використання житнього солоду, що містить ферментні препарати  $\alpha$ -амілази, збільшує кількість декстринів у тісті, уповільнює окислення виробів. Солод надає виробам ніжний аромат, приємний кисло-солодкий смак, тому використання його при виробництві кексів покращує їх органолептичні показники, підвищує споживчі властивості [10]. В даний час в світі зріс інтерес до продуктів з підвищеним вмістом харчових волокон, дефіцит яких в сучасному харчуванні людей зумовлює появу «хвороб цивілізації». Ідея про взаємне збагачення продуктів харчування з'явилася в науковій літературі ще на початку 20 століття в зв'язку з вивченням біологічної цінності продуктів харчування. Величезний внесок у розвиток наукових основ технології виробництва хлібобулочних виробів внесли роботи ряду вітчизняних вчених [41].

Новим напрямком є виробництво хлібобулочних виробів з використанням диспергованого зерна жита, пшениці, що відрізняються підвищеним вмістом вітамінів, вмістом цінних компонентів цільного зерна, вуглеводів, харчових волокон, амінокислот, жирів, мінеральних речовин [59].



Розроблена група хлібобулочних виробів з включенням в рецептуру диспергованого зерна жита і пшениці і їх суміші. Ці вироби призначені для профілактичного харчування населення регіонів з підвищеним забрудненням навколишнього середовища токсичними речовинами і для осіб, які страждають серцево-судинними захворюваннями, діабетом, ожирінням. Диспергована маса зерна частково, або частково замінює борошно в рецептурах виробів [15].

Для збагачення продуктів мікроелементами використовується застосування вітамінів у вигляді окремих препаратів або в складі харчового вітамінного концентрату і натуральної сировини, багатого на вітаміни. Для збагачення хлібобулочних виробів каротином, який відновлює імунитет, що знижує ризик серцево-судинних захворювань, використовують як природний каротин (концентрат моркви, гарбуза, обліпихи), так і каротин, вироблений промисловим способом [1, 15].

Найбільш поширеними стають вироби з добавками, що мають адсорбуючі властивості – харчовими волокнами. Волокна відіграють важливу роль у активації процесів обміну речовин та виведенні з організму шкідливих продуктів життєдіяльності [41].

Відповідно до вимог сучасної теорії харчування харчовим волокнам відводиться роль одного з важливих факторів повноцінного харчування, що сприяють регулюванню біологічного обміну речовин [49].

Відповідно до ГОСТ 16814-88 «Хлібопекарське виробництво. Терміни і визначення» до дієтичних хлібобулочних виробів відносяться вироби, призначені для профілактичного і лікувального харчування. Відповідно ГОСТ 25832-89 «Вироби хлібобулочні дієтичні. Технічні умови» і документу «Правила організації і ведення технологічного процесу на хлібопекарських підприємствах» дієтичні хлібобулочні вироби в залежності від призначення підрозділяють на:

1. Безсольові хлібобулочні вироби (ахлоридний хліб, безсольовий обдирний хліб, ахлоридні сухарі) для хворих із захворюваннями нирок, серцево-судинної системи, гіпертонії.

2. Хлібобулочні вироби зі зниженою кислотністю (булочки зі зниженою кислотністю, сухарі зі зниженою кислотністю) для хворих на гастрит і виразкову хворобу.

3. Хлібобулочні вироби зі зниженим вмістом вуглеводів (білково-пшеничний хліб, білково-висівковий хліб, молочно-висівковий хліб, дієтичні булочки, житній діабетичний хліб, білково-пшеничні сухарі, білково-висівкові сухарі) для хворих на цукровий діабет, отримавшим опікову травму, при ожирінні, гострому ревматизмі.

4. Хлібобулочні вироби зі зниженим вмістом білка (безбілковий безсолений хліб, безбілковий хліб із пшеничного крохмалю) для харчування хворих з хронічною нирковою недостатністю і при захворюваннях, які пов'язані з порушенням білкового обміну.

5. Хлібобулочні вироби з підвищеним вмістом харчових волокон (зерновий хліб, докторські хлібці, хліб і булочки пшеничні зниженої калорійності) при атоніях кишківника.

6. Хлібобулочні вироби з додаванням лецитину або вівсяного борошна (дієтичні висівкові хлібці з лецитином, хлібці «Геркулес») при атеросклерозі, ожирінні, захворюванні печінки, нервовому виснаженні, зниженій функції кишківника.

7. Хлібобулочні вироби з підвищеним вмістом йоду (дієтичні висівкові хлібці з лецитином і морською капустою, соловецький хліб) при захворюваннях щитовидної залози [27].

Для розширення п'ятої групи, можливе використання в технології хлібобулочних виробів даного напрямку сухих подрібнених пророщених зерен пшениці, так як пророщені зерна злаків рекомендуються при лікуванні хронічних захворювань шлунково-кишкового тракту, вони нормалізують кислотно-лужний баланс, стимулюють обмін речовин і кровотворення, підвищують імунітет, компенсують вітамінну і мінеральну недостатність. Пророщені зерна злаків багаті залізом, таким чином, вони захищають організм від анемії і сприяють очищенню

організму від шлаків, покращують стан шкіри і волосся. Особливо корисні пророщені злаки дітям і літнім людям, вагітним жінкам і годуючим матерям [42].

### Висновки до розділу

Встановлено, що зберігання пророщеного зерна пшениці в сухому вигляді дозволило б вирішити ряд проблем щодо забезпечення харчової промисловості сировиною з високими технологічним та функціональними властивостями, але існуюча технологія конвективного сушіння пророщеного зерна вимагає застосування високих температур, що негативно позначається на вмісті корисних компонентів у висушеному продукті. Конвективне сушіння пророщеного зерна при низьких температурах усунула б цей недолік, однак при цьому створюються сприятливі умови для розвитку патогенної мікрофлори. Отже, необхідне застосування таких технологічних прийомів і обладнання, які дозволяють усунути негативний вплив зазначених вище факторів. Технологія сушки пророщених зернових культур у вакуумній сушильній установці з інфрачервоними випромінювачами найбільш перспективна, так як вона дозволяє повністю висушити продукт при досить низьких температурах, зберігши в ньому корисні речовини, в тому числі і ті, які були отримані при пророщуванні.

Тому вивчення процесів пророщування зерен злакових культур з подальшою їх сушінням в вакуумних сушарках з інфрачервоним випромінювачами, їх зберігання та використання в технології виробництва хлібобулочних виробів є актуальним завданням для хлібопекарської промисловості України.

## 2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Об'єкт та порядок досліджень

Об'єктами досліджень при виконанні експериментальної частини служили пророщені зерна різних культур, а також контрольні та дослідні зразки дієтичних хлібобулочних виробів з сухими подрібненими пророщеними зернами пшениці в їх рецептурі.

Дослідження проводили в лабораторії кафедри «Технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції» Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Виробничі випробування проводили в умовах приватного підприємства «Самріз» міста Дніпро.

Дослідження проводилися з використанням загальноприйнятих і стандартних методів аналізу відповідно до схеми, що приведена на рисунку 2.1.

Зразки сухих зернових проростків для виявлення допустимих термінів придатності зберігали при температурі  $18 \pm 3$  °С і відносній вологості повітря 75 % в лабораторних умовах.

У всіх експериментах і дослідних роботах зерно піддавалося очищенню від мінеральних і органічних домішок шляхом промивання в проточній воді, а також від металомагнітних включень за допомогою магніту. Основним показником якості вологого пророщеного зерна було прийнято наявність зародкового корінця довжиною трохи більше 5 мм в 90 % зерна.

Серія експериментів з отримання сухого пророщеного зерна пшениці проводилася у вакуумній сушильній установці з інфрачервоними випромінювачами ВДСУ-2М, розробленої і виготовленої в ТОВ «INTEX». Тиск всередині сушильної камери в процесі сушіння підтримувати на рівні 15 кПа. Температура інфрачервоних нагрівачів і шару пророщеної пшениці контролювалася за допомогою термодатчиків, встановлених відповідно на нагрівачах і в центрі зернового шару. Згідно з технічними характеристиками,

діапазон вимірювання температур від -50 до +150 °С, похибка вимірювання  $\pm 0,25$  °С.

У готових хлібобулочних виробих досліджувалися органолептичні та фізико-хімічні властивості [30].



Рисунок 2.1 – Послідовність виконання науково-дослідної роботи

## 2.2 Методика проведення досліджень

Вміст смітної і зернової домішки у вихідному зерні не перевищувало значень, допустимих по ДСТУ. Вологість пшениці, що використовується для отримання пророщеного зерна, становила від 11 до 14 %. [22]. У готового, висушеного пророщеного зерна пшениці, вологість визначалася згідно ДСТУ.

Досліди проводилися в вакуумній сушильній установці з інфрачервоними нагрівачами ВДСУ-2М (рис. 2.2).

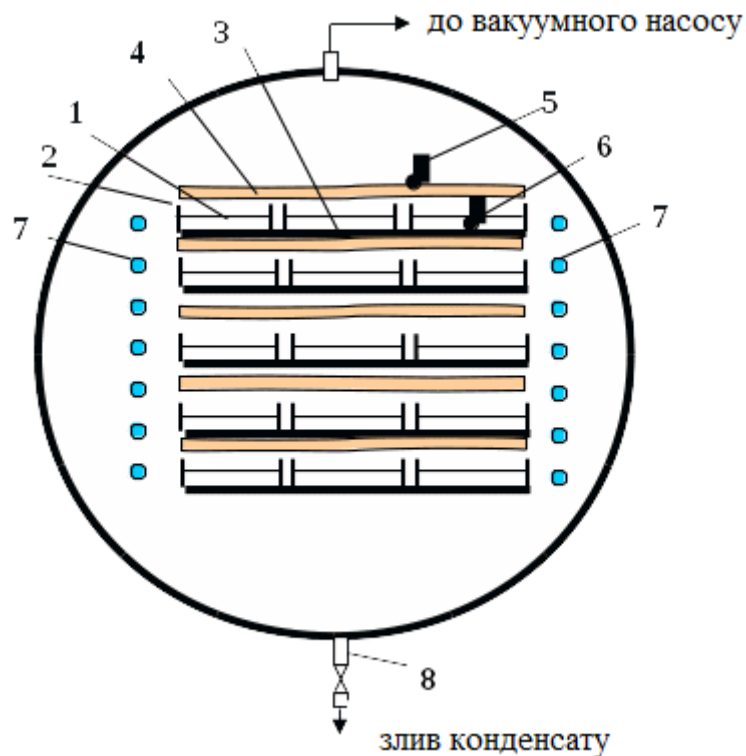


Рисунок 2.2 – Схема вакуумної сушильної установки ВДСУ-2М з інфрачервоними нагрівачами

Технічна характеристика сушильної установки ВДСУ-2М:

- кількість полиць – 14 штук;
- кількість одночасно завантажуваних піддонів – 112 штук;
- габаритні розміри піддонів – 35×440×540 мм;
- повне завантаження сушильної камери при сушінні зерна – 150 кг;
- температура інфрачервоних нагрівачів – від 30 до 120 °С;
- тиск усередині сушильної камери – від 15 до 20 кПа;
- встановлена потужність – 15 кВт.

Отримання сухого пророщеного зерна пшениці здійснювали наступним чином. Відібране та прomite зерно 1 поміщали на піддони 2, розташовані на полицях 3 сушильної установки. Товщина шару висушуваного матеріалу не перевищувала 3 см. Потім зерно заливали фільтрованою питною водою до верхнього рівня шару (за обсягом). Процес пророщування здійснювали в сушильній камері при атмосферному тиску і закінчували його при появі у 90 % насіння зародкових корінців довжиною не більше 5 мм. Потім включали

вакуумний насос і інфрачервоні нагрівачі. У камері встановлювали тиск 15 – 20 кПа. Контроль температури здійснювали за допомогою датчиків 5 і 6, встановлених відповідно всередині зернового шару матеріалу 1 і безпосередньо на нагрівальних елементах 4. У процесі сушіння випаровується з продукту волога конденсувалась на конденсаторних трубах 7 і самопливом зливалася в нижній патрубок 8, а потім в герметичну ємність з мірним склом. Фасування готового до вживання висушеного пророщеного зерна здійснювали у фільтр-пакети, або в іншу пакувальну тару. [42].

Під час досліджень спочатку експериментально визначали вплив температури інфрачервоних нагрівників на температуру зернового шару. Потім були проведені досвідні роботи по визначенню загальних закономірностей сушки пророщеного зерна пшениці у вакуумній сушильній установці з інфрачервоними нагрівачами і відпрацювання технологічних режимів сушіння пророщеного зерна.

Основними контрольованими показниками в дослідженнях, пов'язаними з використанням сухого подрібненого пророщеного зерна пшениці в технології хлібобулочних виробів, були їх вологість, кислотність і органолептичні показники. Для оцінки органолептичних показників, як сухого пророщеного зерна пшениці, так і хлібобулочних виробів з додаванням сухого пророщеного зерна пшениці була розроблена методика проведення дегустаційної оцінки цих продуктів.

### Висновки до розділу

Приведено схему проведення експериментальних досліджень, в якій визначеної їх послідовність, охарактеризовано експериментальне обладнання для сушіння пророслого зерна пшениці, а також визначено показники якості готового продукту отриманого з додаванням пророслого зерна пшениці.

### 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ СУХОГО ПРОРОЩЕНОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ

#### 3.1 Експериментальне дослідження технології сушіння пророщеного зерна пшениці

Особливістю процесу пророщування пшениці в даному дослідженні є його здійснення в самій сушильній камері установки, що спрощує технологію виробництва, знижує енерговитрати та затрати праці. Пророщення вироблялося при температурі інфрачервоних нагрівачів 40 °С, тривалість процесу становила 24 години, при цьому температура в усіх вимірюваних точках зернової маси досягала 25 °С. В результаті, у 95 % зерен було отримано зародкові корінці довжиною не більше 5 мм. Після цього бралися до процесу сушіння.

Дослідження технології сушіння проводили в наступній послідовності. Спочатку провели п'ять експериментів по визначенню впливу температури інфрачервоних нагрівачів на температуру зернового шару в умовах вакууму. При проведенні досліджень необхідно було виявити найбільш прийнятні діапазони температур інфрачервоних нагрівачів при сушінні пророщеного зерна пшениці.

**Вплив температури інфрачервоних нагрівачів на температуру зернового шару в умовах вакууму.** Температурні криві мають велике значення для технології сушіння, так як якість висушеного матеріалу в значно залежить від величини температури матеріалу і тривалості теплового впливу.

При сушінні зерна в нерухомому шарі температура агента сушіння повинна бути суворо обмежена і не повинна перевищувати певної величини. У зв'язку з цим процес сушіння протікає довго. Крім того, з літературних джерел відомо, що білки ендосперму (гліадин і глютенін) починають змінюватися при температурі нагріву зернівки 50 °С [39]. Важливе значення має також вологість зерна, так як сирі і вологі зерна втрачають схожість при їх нагріванні до 50 °С. Межі нульового ступеня денатурації білка є основоположними при виборі



режимів сушіння. Таким чином, температура шару пророщеного зерна пшениці при сушінні не повинна перевищувати 50 °С. При визначенні максимальної температури інфрачервоних нагрівачів, її величину взяли рівній 100 °С, тому що чим більше вологи в матеріалі (пророщене зерно пшениці має вологість 50 %), тим матеріал більш стійкий до впливу високої температури сушильного агента або інфрачервоних нагрівачів.

Для визначення впливу температури інфрачервоних нагрівачів на температуру пророщеного шару зерна пшениці були проведені наступні експерименти. Сушка пророщеного зерна здійснювалася на одному піддоні, розташованому в середній частині сушильної камери, інші піддони були порожніми. Початкова температура зернового шару – 25 °С. Всього проведено 5 експериментів. Температура на інфрачервоних нагрівачах у кожному з експериментів мала постійне значення. При цьому вона становила відповідно 100 °С, 90 °С, 80 °С, 70 °С і 60 °С. На рисунку 3.1 показані криві зміни температури шару пророщеного зерна пшениці з плином часу в залежності від температури інфрачервоних нагрівачів при тиску всередині сушильної камери 15 кПа.

Як видно з рисунка, в перших чотирьох експериментах температура шару пророщеного зерна піднялася вище 50 °С через 3 – 14 годин після початку сушки. Температура в пророщені зерна не піднімалася вище гранично допустимого значення тільки при сушінні пророщеного зерна при температурі інфрачервоних нагрівачів 60 °С. При подальшому сушінні при цій температурі нагрівачів температура зернового шару досягла 50 °С через 41 год.

Отримані дані дозволили зробити висновок, що сушку потрібно здійснювати, тільки задаючи температуру інфрачервоних нагрівачів в декілька етапів.

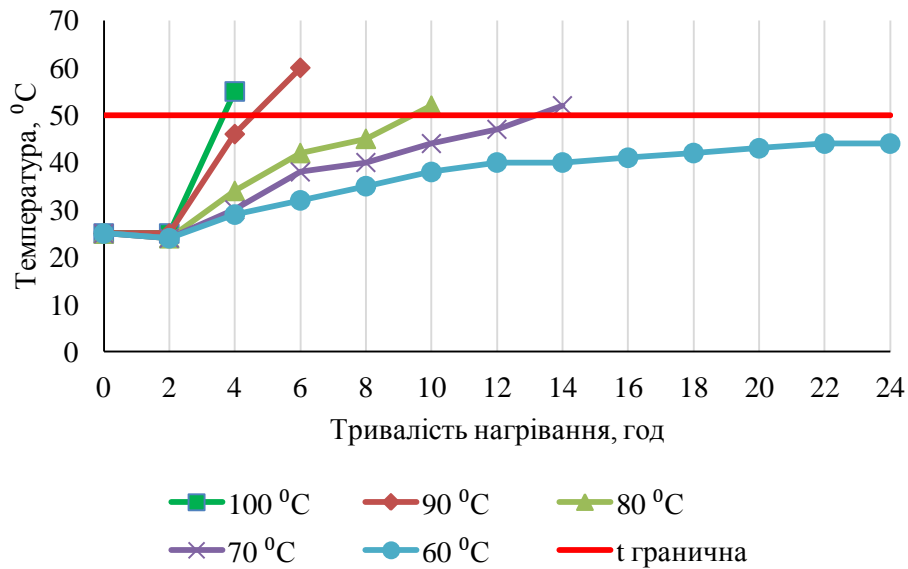


Рисунок 3.1 – Термограма впливу температури інфрачервоних нагрівачів на температуру пророщеного зерна пшениці

**Оптимальні діапазони і етапи температур інфрачервоних нагрівачів при сушінні пророщеного зерна пшениці.** У цьому дослідженні технології сушіння пророщене зерно пшениці розташовувалося на восьми піддонах середньої полиці. Усього було проведено три досліди. Для першого досліду вибрали три етапи сушіння наступним чином. Протягом 2 годин сушіння температура інфрачервоних нагрівачів підтримувалась на рівні 100 °C, далі температуру на інфрачервоних нагрівачах знизили до 70 °C і протягом 10 годин (з 2 до 12 годин сушіння) зберігали незмінною, потім з 12 до 32 годин сушіння планували температуру інфрачервоних нагрівачів встановити рівний 60 °C. Значення тиску на протягом всього часу сушіння було 15 кПа. Температура зерна перед сушінням була 25 °C. Загальна тривалість сушіння становила 24 години.

Температура інфрачервоних нагрівачів і температура шару пророщеного зерна пшениці вимірювалася через кожні 2 години. За результатами сушіння було отримано такі дані (табл. 3.1, рис. 3.2).

Таблиця 3.1 – Зміна температури інфрачервоних нагрівачів та температури пророщеного зерна пшениці у досліді № 1

Параметр	Час сушіння, год.							
	2	4	6	8	10	12	14	16
Температура інфрачервоних нагрівачів, °С	100,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	60,0
Температура шару пророщеного зерна, °С	30,9	32,1	34,8	36,5	38,1	39,2	41,3	43,7
Параметр	Час сушіння, год.							
	18	20	22	24	26	28	30	32
Температура інфрачервоних нагрівачів, °С	60,0	60,0	60,0	60,0	-	-	-	-
Температура шару пророщеного зерна, °С	46,5	48,1	49,2	50,7	-	-	-	-

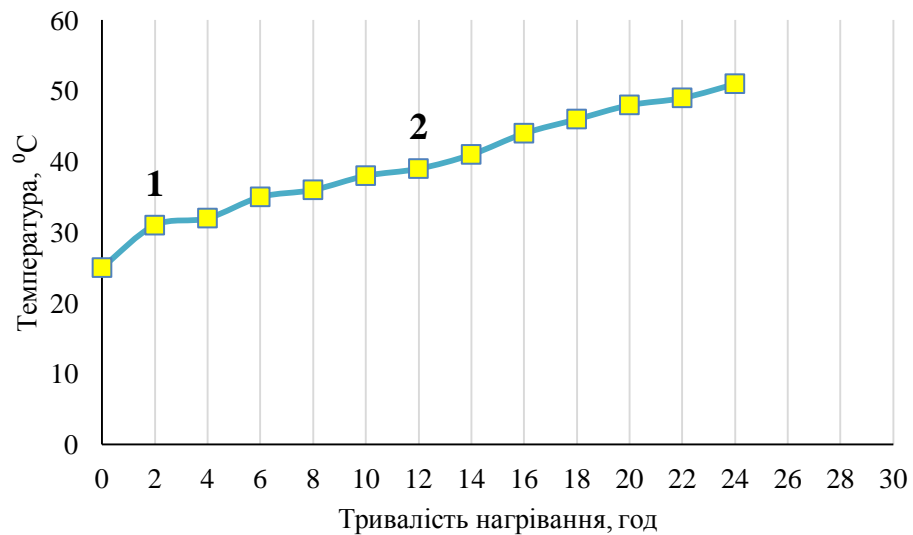


Рисунок 3.2 – Зміна температури пророщеного зерна по етапах зміни температури інфрачервоних нагрівачів в досліді № 1

На рисунку 3.2 виділені дві точки: точка 1 показує момент початку зниження температури на інфрачервоних нагрівачах зі 100 °С до 70 °С, точка 2 – наступне зниження їх температури з 70 °С до 60 °С.

Таким чином, в досліджуваному процесі виділено 3 етапи: перший – початковий, другий – основний і третій – заключний, кожен з яких відповідає певній температурі інфрачервоних нагрівачів. На початковому етапі температура зернового шару підвищувалася повільно, а на основному етапі вона виросла до 39,2 °С. На заключному етапі температура зернового шару до 24 годин сушіння досягла 50,7 °С, тому сушіння на цьому етапі закінчили.

Пророщене зерно пшениці перед сушінням мало розрахункову вологість 50 %. Вологість висушеного пророщеного зерна, визначена за ГОСТ 13586.5-93, становила 4,1 %.

Після проведення органолептичної оцінки висушеного пророщеного зерна, за результатами якої було визначено недоцільність пересушування зерна.

Знизивши температуру на першому етапі, і зменшивши тривалість сушки, можна не допустити підвищення температури в пророщені зерна більш 50 °С, так як більш високі показники температур негативно позначаються на якості висушених зерен.

Тому у другому досліді було проведено коригування режимів за наступною програмою.

Пророщування проводилося всередині сушильної камери протягом 24 годин при атмосферному тиску та температурі інфрачервоних нагрівачів 40 °С. Сушка пророщеного зерна на початковому етапі проводилася при температурі інфрачервоних нагрівачів 90 °С протягом 2 годин, потім температура інфрачервоних нагрівачів знижувалася до 70 °С, тривалість другого, основного, етапу склала 8 годин. Заключний етап тривав 20 годин за температури нагрівачів 60 °С. Загальна тривалість сушіння становила 30 годин. Тиск всередині сушильної камери залишався постійним і становив 15 кПа.

У таблиці 3.2 та на рисунку 3.3 показані результати другого досліді.

Таблиця 3.2 – Зміна температури інфрачервоних нагрівачів та температури пророщеного зерна пшениці у досвіді № 2

Параметр	Час сушіння, год.							
	2	4	6	8	10	12	14	16
Температура інфрачервоних нагрівачів, °С	90,0	70,0	70,0	70,0	70,0	60,0	60,0	60,0
Температура шару пророщеного зерна, °С	27,3	28,5	31,5	33,3	34,9	35,4	37,8	39,3
Параметр	Час сушіння, год.							
	18	20	22	24	26	28	30	
Температура інфрачервоних нагрівачів, °С	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	
Температура шару пророщеного зерна, °С	40,1	40,5	41,2	43,8	45,7	47,9	49,8	

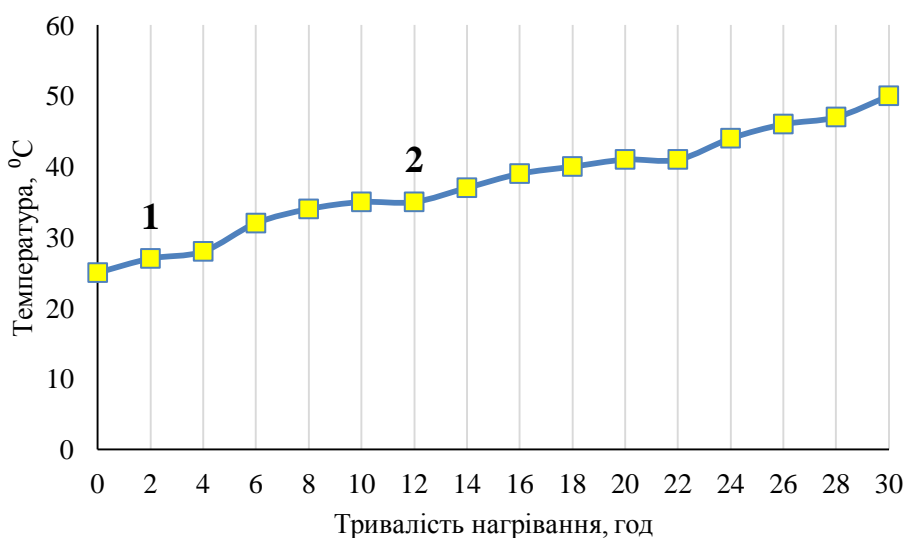


Рисунок 3.3 – Зміна температури пророщеного зерна по етапах зміни температури інфрачервоних нагрівачів в досліді № 2

Точка 1 на рисунку відповідає зниженню температури нагрівачів з 90 °С до 70 °С і початку основного етапу, точкою 2 відзначено початок заключного етапу і наступного зниження температури інфрачервоних нагрівачів до 60 °С.

На основному етапі температура зернового шару зростала до 34,9 °С, а наприкінці заключного етапу досягла значення 49,8 °С.

Температура пророщеного зерна пшениці перед сушінням – 25,5 °С. Вологість сухого пророщеного зерна становила – 6,3 %. Таким чином, зменшення тривалості сушіння з пониженням температури інфрачервоних нагрівачів на першому етапі дозволило не допустити перегріву пророщеного зерна і збільшити кінцеву вологість на 2,2 %, в порівнянні з попереднім експериментом. Однак, згідно з дегустаційною оцінкою, органолептичні показники готової продукції отримали лише три бали з п'яти можливих.

У нашому дослідженні одним із завдань є отримання сухого пророщеного зерна пшениці за мінімально короткий час сушіння, що дозволяло б забезпечити збереження тих біологічно активних речовин, які були отримані при пророщування.

Тому, враховуючи результати перших двох дослідів, режими сушіння третього досвіду були скориговані в такий спосіб. На початковому етапі температура нагрівачів протягом 4 годин підтримувалася лише на рівні 80 °С та на основному етапі тривалістю 12 годин вона була 70 °С. На заключному етапі, який тривав 16 годин, температура інфрачервоних нагрівачів становила 60 °С. Тиск у сушильній камері не змінювалося і становило 15 кПа. Загальна тривалість сушіння – 28 годин.

Отримані в результаті експерименту дані відображені в таблиці 3.3 та на рисунку 3.4.

Таблиця 3.3 – Зміна температури інфрачервоних нагрівачів та температури пророщеного зерна пшениці у досліді № 3

Параметр	Час сушіння, год.						
	2	4	6	8	10	12	14
Температура інфрачервоних нагрівачів, °С	80,0	80,0	70,0	70,0	70,0	70,0	60,0
Температура пророщеного зерна, °С	25,5	30,0	31,3	32	33,7	35,7	36,4
Параметр	Час сушіння, год.						
	16	18	20	22	24	26	28
Температура інфрачервоного нагрівача, °С	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
Температура пророщеного зерна, °С	37	38,8	39,2	41,3	43,5	44,9	49,5

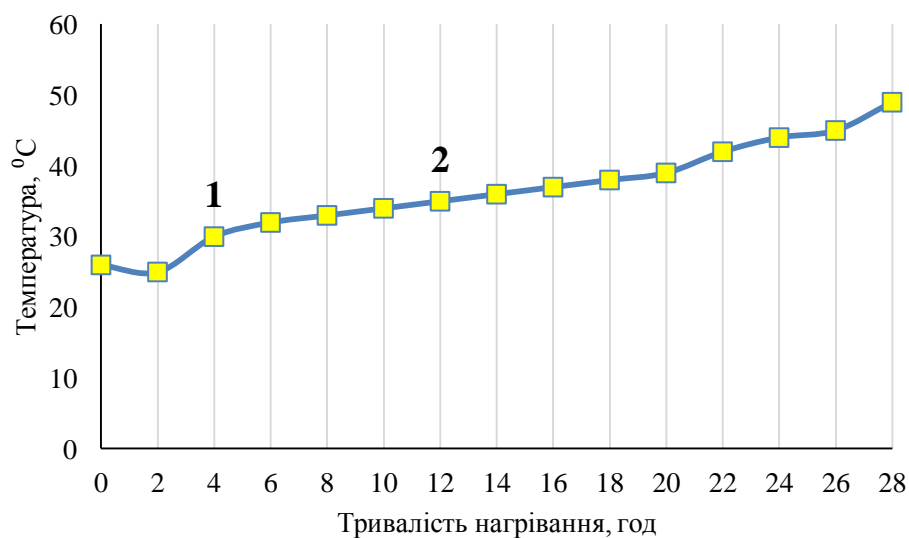


Рисунок 3.4 – Зміна температури пророщеного зерна за етапами зміни температури інфрачервоних нагрівачів в досліді № 3

Точка 1 на рисунку 3.4 показує межу між початковим і основним етапами, точка 2 – початок заключного етапу, де температура інфрачервоних нагрівачів була знижена з 70 °С до 60 °С.

Вологість сухого пророщеного зерна склала 8,7 %. Якість сухого пророщеного зерна пшениці оцінено в 3,5 бали.

З дослідів з'ясувалося, що для сушки пророщеного зерна пшениці у вакуумній сушильній установці найбільш прийнятна температура інфрачервоних нагрівачів буде на першому етапі 80 °С, на другому етапі 70 °С і на третьому етапі 60 °С.

Однак, визначення температури матеріалу (пророщеного зерна), що висушується в процесі сушіння не дозволяє в цілому уявити картину процесів, що відбуваються всередині сушильної установки, і регулювати технологічні параметри за періодами кривої сушки.

У таблиці 3.4 представлено зведену відомість проведених дослідних досліджень процесу вакуумної сушки з інфрачервоним нагріванням пророщеного зерна пшениці.

Серія проведених дослідів дозволила визначити наступну схему виробництва сухого пророщеного зерна пшениці (рис. 3.5).

Після попередньої підготовки зерна (очищення і миття в проточній воді) здійснюється пророщування зерен всередині сушильної камери установки при температурі інфрачервоних нагрівальних елементів 40 °С і атмосферному тиску.

Сушка проводиться на трьох режимах: перший етап з температурою інфрачервоних нагрівачів 80 °С тривалістю 3 години, другий етап тривалістю 5 годин з температурою інфрачервоних нагрівальних елементів 70 °С, на третьому етапі їх температура повинна бути 60 °С, тривалість етапу – 15 годин. Загальний час сушіння – 23 години. Тиск усередині сушильної камери під час сушіння має бути на рівні 15 кПа.



Таблиця 3.4 – Зведена відомість проведених дослідних робіт

№ дослідю	1 етап		2 етап		3 етап		Тривалість сушіння, год.	Якість продукту	
	Температура нагрівачів, °С	Тривалість етапу, год.	Температура нагрівачів, °С	Тривалість етапу, год.	Температура нагрівачів, °С	Тривалість етапу, год.		Вологість, %	Дегустація, балів
Визначення діапазону температур інфрачервоних нагрівачів при частковому завантаженні сушильної камери									
1	100	2	70	12	60	18	32	4,1	3,0
2	90	2	70	11	60	17	30	6,3	3,0
3	80	4	70	10	60	14	28	8,7	3,5
Визначення етапів сушіння при частковому завантаженні сушильної камери									
4	90	2	70	11	60	14	26	8,9	3,75
5	80	4	70	10	60	12	26	9,1	4,0
Визначення етапів сушіння при повному завантаженні сушильної камери									
6	80	4	70	10	60	12	26	9,3	4,25
7	80	4	70	9	60	12	25	9,5	4,25
Відпрацювання режимів									
8	80	3	70	7	60	15	25	9,8	4,75
9	80	3	70	6	60	15	24	10,0	5,0
10	80	3	70	5	60	15	23	10,6	5,0

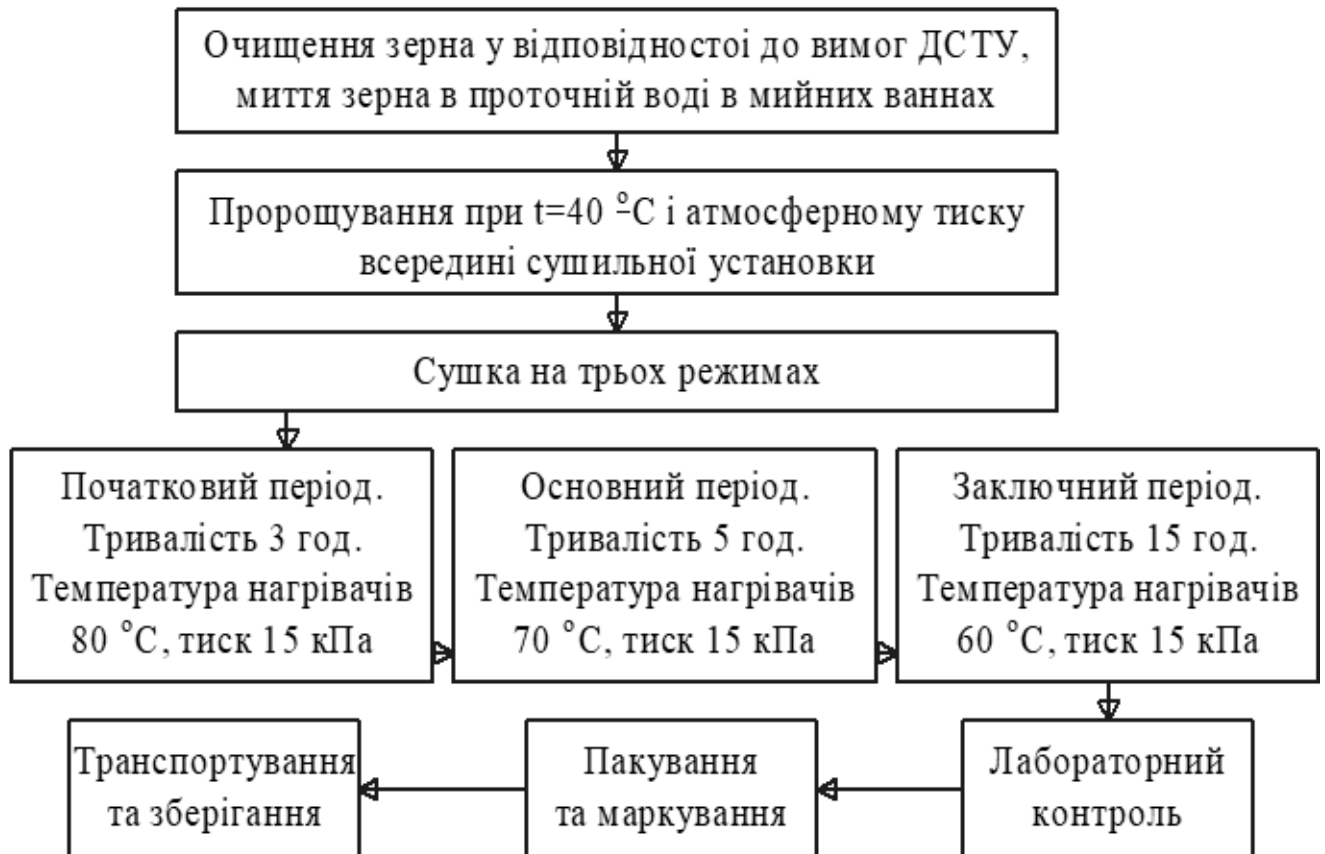


Рисунок 3.5 – Структурна схема виробництва сухого пророщеного зерна пшениці

### 3.2 Показники якості готового продукту

«Об’єктивна і достовірна оцінка фізико-технологічних і біохімічних властивостей зерна має велике значення для правильної організації і ведення технологічного процесу. Фізико-технологічні та біохімічні показники якості зерна умовно поділяють на три групи показників: стан зернової маси, борошномельні властивості зерна, хлібопекарські властивості зерна. До показників першої групи відносять колір, запах, вологість, засміченість, зараженість шкідниками. Показники другої групи такі: типовий склад, скловидність, натура, маса 1000 зерен, крупність, вирівняність по крупності, зольність. До показників третьої групи відносять кількість і якість клейковини, крупність і вирівняність борошна, фізичні властивості тіста» [25]. Перелічені показники взаємопов’язані. Основні, з

вище перерахованих показників, були визначені при виробництві сухого пророщеного зерна пшениці.

Для визначення показників якості вихідного зразка і готового продукту (в цілому і подрібненому вигляді), біохімічні та фізико-хімічні показники визначалися за відповідними методиками, сумарний вміст антиоксидантів (СВА) амперометричним методом. Дослідження проводилися за такими варіантами:

1. Зерно пшениці до пророщування, вологість 14 %.
2. Зерно пророщене сухе ціле, вологість 5,4 %.
3. Зерно пророщене сухе ціле, вологість 10,8 %.
4. Зерно пророщене сухе подрібнене (прохід через сито з  $d = 1,5$  мм – 96 %, залишок на ситі з круглими отворами з  $d = 1,5$  мм, не більше 4 %), вологість 5,4 %.
5. Зерно пророщене сухе подрібнене (прохід через сито  $d = 1,5$  мм – 96%, залишок на ситі з круглими отворами  $d = 1,5$  мм, не більше 4 %), вологість 10,8 %.

Основні показники зерна пшениці та пророщеного зерна пшениці показані у таблиці 3.5.

Аналізуючи дані з таблиці 3.5 необхідно відзначити, що кількість антиоксидантів в пророщеного зерна пшениці значно вище, ніж в деяких видах ягід, овочів і фруктів, що говорить про необхідність додавання сухого пророщеного зерна пшениці в раціон харчування людини.

Таблиця 3.5 – Основні показники зерна пшениці та пророщеного зерна пшениці за варіантами

Показник	Варіанти				
	1	2	3	4	5
Колір	Властивий здоровому зерну пшениці	Властивий пророщеному зерну пшениці			
Запах	Властивий здоровому зерну пшениці	Властивий пророщеному зерну пшениці			
Смак	-	Властивий пророщеному зерну пшениці			
Вологість, %	11,6	5,4	10,8	5,4	10,8
Число падіння, с.	284	65	64	60	60
Склоподібність, %	35	34	36	-	-
Масова частка сирі клейковини, %	20	Не відмивається			
Загальна деформація, од. приладу ІДК	80				
СВА, мг/100 г	17,0	-	36,0	-	37,0
Токсичні елементи:					
Кадмій, мг/кг	0,050	-	0,050	-	0,050
Ртуть, мг/кг	0,005	-	0,005	-	0,005
Миш'як, мг/кг	0,005	-	0,005	-	0,005

## Висновки до розділу

При визначенні оптимальних параметрів процесу сушіння пророщеного зерна пшениці було встановлено, що після попередньої підготовки зерна (очищення і миття в проточній воді) пророщування зерен доцільно здійснювати всередині сушильної камери установки при температурі інфрачервоних нагрівальних елементів 40 °С і атмосферному тиску.

Встановлено, що сушку доцільно проводиться на трьох режимах: перший етап з температурою інфрачервоних нагрівачів 80 °С тривалістю 3 години, другий етап тривалістю 5 годин з температурою інфрачервоних нагрівальних елементів 70 °С, на третьому етапі їх температура повинна бути 60 °С, тривалість етапу – 15 годин. Загальний час сушіння – 23 години. Тиск усередині сушильної камери під час сушіння має бути на рівні 15 кПа.

## 4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ СУХОГО ПОДРІБНЕНОГО ПРОРОЩЕНОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ В ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

### 4.1 Використання сухого пророщеного зерна пшениці в технології дієтичних хлібобулочних виробів

Українські технології виробництва хлібобулочних виробів вже протягом багатьох років залишаються кращими в світі. В асортимент продукції хлібопекарської промисловості входять різні види хлібобулочних виробів [2]. Все частіше і частіше на хлібопекарських підприємствах асортимент виробленої продукції розширюється за рахунок використання нетрадиційних – цінних видів сировини, тих компонентів, які надають лікувальні і профілактичні властивості виробленої продукції. Вживання в їжу дієтичних сортів хліба робить істотний вплив на якісний і кількісний склад раціону харчування людини, також з'являється можливість вирішити проблему профілактики і лікування різних захворювань, пов'язаних з дефіцитом тих чи інших речовин. У розділі 1 був детально розглянутий асортимент дієтичних виробів пропонувані для підприємств хлібопекарської промисловості в нашій країні. У зв'язку з запропонованим в роботі продуктом – сухими пророщеними зернами пшениці, особливу увагу звертає на себе група виробів з підвищеним вмістом харчових волокон, яка рекомендується для вживання хворими, що страждають атонією кишківника. Асортимент цієї групи включає зерновий хліб, докторські хлібці, барвихінський хліб, хліб та пшеничні булочки зниженої калорійності.

Для досліджень можливості використання сухого подрібненого пророщеного зерен пшениці за основу було взято рецептуру зернового хліба.

При проведенні пробних лабораторних випічок використовувалася сировина, представлена в таблицях 4.1 – 4.3.

Таблиця 4.1 – Основні показники якості сировини, що використовується при проведенні пробних випічок (зерно пшениці, борошно)

Показник	Зерно пшениці	Борошно пшеничне хлібопекарське в/г			Зерно пшениці сухе пророщене подрібнене
		ПП «Самріз»	ТОВ «Тріал»	ТОВ «Дніпромлин»	
Вологість, %	11,6	12,2	14,8	14,6	8,8
Колір	Властивий здоровому зерну	Кремовий відтінок	Кремовий відтінок	Білий	Властивий пророщеному зерну
Запах	Властивий здоровому зерну	Властивий для пшеничного борошна, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий			Властивий пророщеному зерну
Смак		Властивий для пшеничного борошна, без сторонніх присмаків			Властивий пророщеному зерну
Залишок на ситі, %		№43 – 1,6 %	№45/50 – 4,0 %	№43 – 2,0 %	Круглий отвір d = 1,5 мм – 4,0 %
Число падіння, с	284	190	328	320	66
Білизна, од. приладу РЗ-БПЛ	-	-	“	63	-
Масова частка сирі клейковини,%	20	30	28	28	Не відмивається
Загальна деформація, од. приладу ВДК	80	70	70	65	

Таблиця 4.2 – Показники якості олії соняшникової нерафінованої

Показник	Значення
Сорт	Вищий
Кольорове число	15
Кислотне число, мг КОН	1,4
Нежирові домішки, %	0,05
Волога та леткі речовини, %	0,1
Перекисне число, моль/кг	2,1

Таблиця 4.3 – Показники якості солі кухонної харчової кам'яної

Показник	Значення
Нерозчинний осад, %	0,27
Масова частка вологи, %	0,1
Вміст:	
NaCl, %	98,3
Ca, %	0,32
Mg, %	0,04
K, %	0,011
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	0,0021
SO <sub>4</sub> , %	0,81

Сировина, що використовується для досліджень, відповідає наступній нормативній документації [33]:

1. Борошно пшеничне хлібопекарське вищого гатунку – ДСТУ 52189-2003.
2. Зерно пшениці пророщене подрібнене – ТУ 9719-001-48300088-06.
3. Дріжджі хлібопекарські пресовані – ГОСТ 171-81.
4. Сіль кухонна харчова – ГОСТ 13830-84.
5. Вода питна – ГОСТ 2874-73.



6. Яйця курячі (для змазування) – ДСТУ 52121-2003.
7. Кмин (для посипання) – ДСТУ 29056-91.

З урахуванням переваги зерна пшениці пророщеного подрібненого по відношенню до борошна пшеничного вищого сорту, проводилися пробні випічки з заміною дробленого зерна пшениці на сухе подрібнене пророщене зерно пшениці, в різних співвідношеннях.

Таблиця 4.4 – Рецептатура зернового хліба для пробних випічок

Найменування сировини	Витрата сировини на 100 кг борошна за варіантами, кг				
	1	2	3	4	5
Борошно пшеничне хлібопекарське в/г	40,0	40,0	90,0	80,0	70,0
Дроблене зерно пшениці	60,0				
Сухе подрібнене пророщене зерно пшениці		60,0	10,0	20,0	30,0
Сіль кухонна харчова	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Дріжджі пресовані хлібопекарські	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Куряче яйце	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Кмин	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Варіант I (контрольний) – хліб зерновий;

Варіант II – з повною заміною дробленого зерна пшениці на сухе подрібнене пророщене;

Варіант III – співвідношення борошна та сухого подрібненого пророщеного зерна пшениці 90/10;

Варіант IV – співвідношення борошна і сухого подрібненого подрібненого зерна пшениці 80/20;

Варіант V – співвідношення борошна та подрібненого сухого пророщеного зерна пшениці 70/30.

Розрахункова вологість тіста складала 45 %. Технологічна схема приготування тіста для зернового хліба включає наступні етапи: очистка і лущення зерна, замочування зерна, диспергування зерна, приготування тіста.

Очищене зерно змочувалося водою протягом 15 хвилин і надходило в лущильну машину для очищення поверхні зерна. Замочувати зерно в чистій водопровідній воді з температурою 15 – 20 °С для отримання набряклого зернового напівфабрикату. Тривалість замочування очищеного зерна становила 6 – 14 годин. Після диспергування зерна в диспергаторі, проводився заміс тіста.

Тісто готувалося безопарним способом. Сіль розчиняли в розрахунковій кількості води і відфільтровували. Дріжджі додавалися в тісто у вигляді дріжджової суспензії при співвідношенні дріжджів і води 1:3, з температура води 38 °С. Борошно і зерно пшениці сухе пророщене подрібнене просівали через сито. Кмин просівався через сито з круглим отвором  $d = 1,5$  мм.

Заміс тіста проводився вручну протягом 5 – 6 хвилин. Тривалість бродіння тіста становила 120 хвилин, температура 30 – 32 °С. Потім здійснювали обминання. Після обминання тісто бродило ще 10 хвилин.

Готовність тесту визначалася за кислотністю трохи більше 3,0 град, збільшення обсягу і пружності. Для II – V варіантів технологія замісу тіста інша – всі інгредієнти змішувалися, так як подрібнене зерно пшениці в рецептурі відсутнє, відповідно не було необхідності проводити замочування зерна. Подрібнені пророщені зерна пшениці додавали у сухому вигляді. Добре зброджуване тісто збільшувалося в об'ємі в 1,5 – 2 рази, мало опуклу поверхню і специфічний аромат. При легкому натисканні на поверхню збродженого тіста сліди від пальців вирівнювалися повільно.

Обробка тіста включала наступні операції: розподіл тіста на шматки, округлення, попереднє вистоювання, формування, остаточне вистоювання тістових заготовок.

Тісто оброблялося на шматки необхідної маси з таким розрахунком, щоб отримати після випічки готовий виріб з заздалегідь заданою масою. Нарізані шматки формувалися для поліпшення структури тіста та надання їм довгастої

форми із заокругленими кінцями. У цей період у тісті триває бродіння, і сформований шматок, розпушуючи, помітно збільшувався в обсязі.

Формування тістових заготовок здійснювалося для додання їм довгастої форми, більш однорідної структури, більш рівномірного розподілу газових включень в тесті. Воно здійснювалося відразу після поділу тіста на шматки.

Округлені тістові заготовки формувалися і відправлялись на попереднє вистоювання протягом 3 – 5 хвилин. В процес ділення і округлення клейковинний каркас тіста частково порушується, і дається час, щоб структура тіста відновилася.

Сформоване тісто укладалося на листи або форми і направлялося до шафи остаточного вистоювання. Остаточне вистоювання відбувалося в атмосфері вологого і теплого повітря при температурі 30 °С і відносною вологістю 75 %. Підвищена вологість повітря запобігає завітрюванню тістових заготовок. Тривалість вистоювання 25 – 30 хвилин в залежності від властивостей борошна, умов вистоювання, рецептури і маси тістової заготовки. В кінці вистоювання тістові заготовки збільшувалися в обсязі на 50 – 70 % від вихідного [2].

Випічка – заключний етап приготування хлібобулочних виробів. Вона здійснювалася в пекарній камері з парозволожувачем, при температурі 200 – 220 °С. Тривалість випікання становила 15 – 18 хвилин.

Після відбраковування вироби вкладалися в лотки, і надходили на проведення лабораторних досліджень.

#### 4.2 Результати досліджень

Після проведення пробних випічок отримано готові вироби по кожному варіанту, які суттєво відрізнялися від контролю за органолептичними показниками (табл. 4.5 – 4.7). Дослідження проводили з трьома пробами борошна вищого гатунку від різних виробників (ПП «Самріз», ПП «Тріал», ТОВ «Дніпромлин»). Вихідні дані борошна вказані в таблиці 4.1.

Таблиця 4.5 – Органолептична та фізико-хімічна оцінка готових виробів вироблених з борошна вищого гатунку ПП «Тріал»

Показники	Варіанти					
	I	II	III	IV	V	
Зовнішній вигляд:						
Форма	Довгаста, з округленими кінцями, без притисків					
Поверхня	Шорстка, з наявністю пшеничного подрібненого крупки або сухого подрібненого пророщеного зерна пшениці					
Колір	Світло-коричневий	Темно-коричневий	Світло-коричневий	Світло-коричневий	Коричневий	
Стан м'якшув, хліба:						
Пропеченість	Добре пропечений, не вологий на дотик					
Характер пористості	Недостатньо розвинена, у м'якуші розподілено подрібнене зерно пшениці					
Проміс	Без грудочок та слідів непромісу					
Смак	Властивий без стороннього присмаку	З сильним присмаком пророщеного зерна	З незначним присмаком пророщеного зерна		З яскраво вираженим присмаком пророщеного зерна	
Запах	Властивий, без стороннього аромату					
Фізико-хімічні показники:						
Вологість, %	40,4	41,4	42,8	41,4		42,2
Кислотність, град.	2,2	3,6	2,0	2,4		2,6

Форма булочок у всіх варіантах відповідає вимогам стандарту. Форма довгаста із заокругленими кінцями без притисків. Поверхня булочок шорстка з наявністю пшеничної подрібненої крупи, в контрольному варіанті, і сухого подрібненого пророщеного зерна пшениці (у варіантах II – IV). Колір кірки у варіанта I світло-коричневий, у II варіанта (із заміною подрібненого зерна пшениці сухим подрібненим пророщеним) темно-коричневий, у варіантів III і IV – світло-коричневий, а у варіанта V – коричневий. М'якуш, завжди пропечений не вологий на дотик, без грудочок і слідів непромісу. Пористість у всіх варіантах не досить розвинена, в м'якуші розподілена дроблена крупка у I варіанту і сухе подрібнене пророщене зерно в варіантах II – IV. Смак у всіх п'яти варіантів властивий, у I варіанта без стороннього присмаку, II варіант з сильним присмаком, III і IV з легким присмаком пророщеного зерна, V варіант має смак пророщеного зерна яскраво виражений. Запах завжди властивий, без стороннього аромату. Зовнішній вигляд готових виробів показаний на рисунку 4.1 (за варіантами), на рисунку 4.2 відображена оцінка смаку отриманих хлібобулочних виробів, дегустаційною комісією.

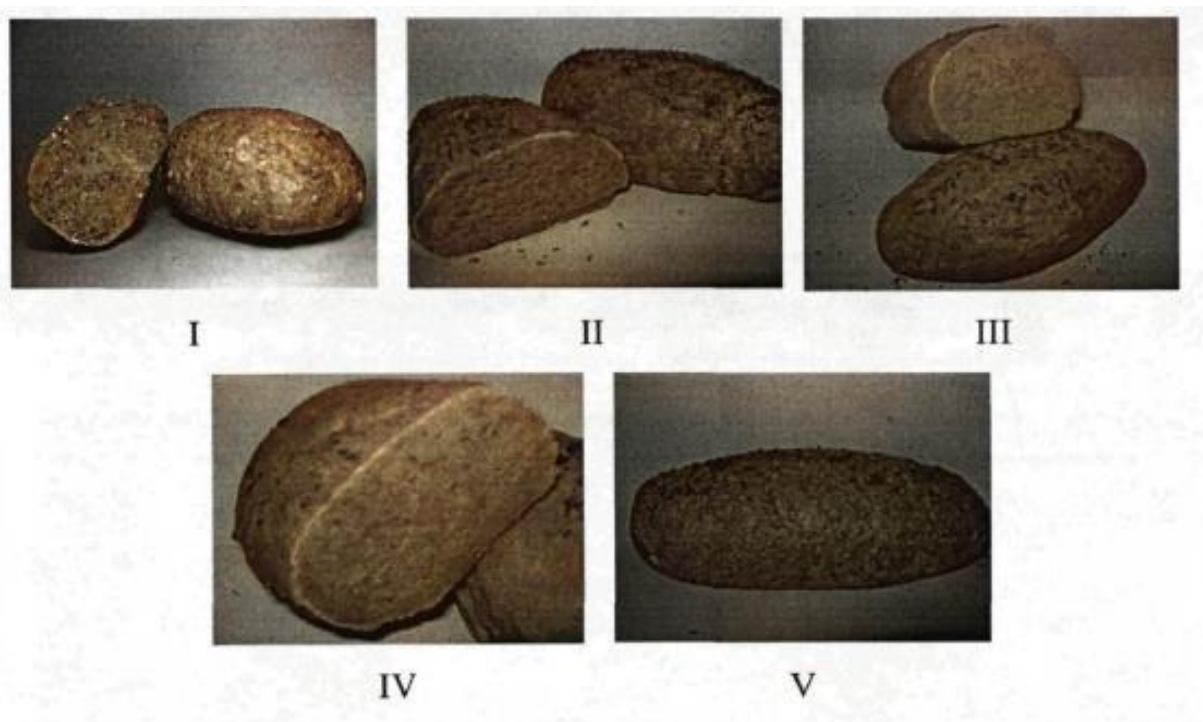


Рисунок 4.1 – Зовнішній вигляд готових виробів за варіантами (дослід 1)

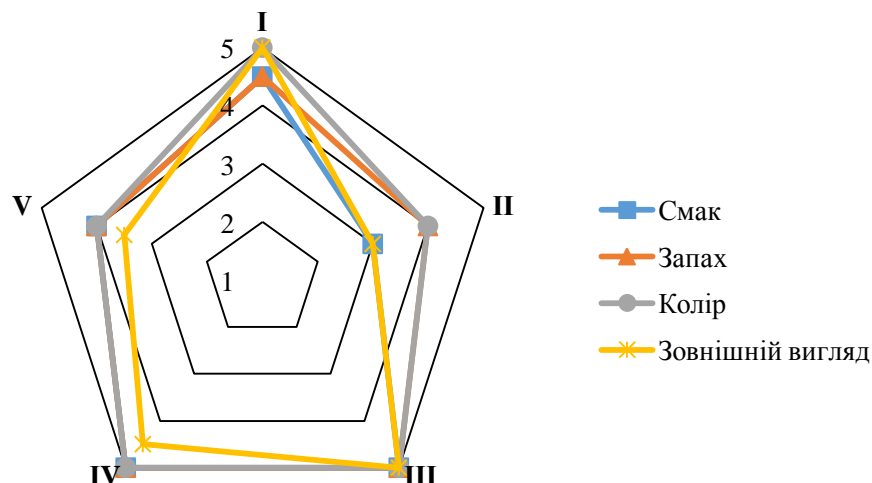


Рисунок 4.2 – Дегустаційна оцінка органолептичних властивостей за варіантами (дослід 1)

Фізико-хімічні показники відповідають вимогам по 4-м варіантам. За значенням вологості всі варіанти відповідають вимогам ДСТУ. Кислотність варіанту II перевищує допустимі значення на 0,6 градуса.

За результатами засідання дегустаційної комісії максимальний бал був отриманий варіантами III і IV, найнижчу оцінку отримав варіант II, де була проведена повна заміна дробленого зерна пшениці сухим подрібненим пророщеним зерном пшениці.

У наступному експерименті використовувалося борошно пшеничне найвищого гатунку ТОВ «Дніпромлин». Отримані результати відображені у таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Органолептична та фізико-хімічна оцінка готових виробів (дослід 2)

Показники	Варіанти				
	I	II	III	IV	V
Зовнішній вигляд:					
Форма	Довгаста, з округленими кінцями, без притисків				
Поверхня	Шорстка, з наявністю пшеничної подрібненої крупки або сухого подрібненого пророщеного зерна пшениці				
Колір	Середньо-коричневий	Темно-коричневий	Світло-коричневий	Світло-коричневий	Середньо-коричневий
Стан м'якуша, хліба:					
Пропеченість	Добре пропечений, не вологий на дотик				
Характер пористості	Недостатньо розвинена, у м'якуша розподілено подрібнене зерно пшениці				
Проміс	Без грудочок та слідів непромісу				
Смак	Властивий без стороннього присмаку	З сильним присмаком пророщеного зерна	З незначним присмаком пророщеного зерна	З яскраво вираженим присмаком пророщеного зерна	
Запах	Властивий, без стороннього аромату				
Фізико-хімічні показники:					
Вологість, %	43,2	42,8	44,0	43,6	43,2
Кислотність, град.	2,4	3,4	1,8	2,2	2,6

Форма булочок у всіх варіантах довгаста з округленими кінцями без притиска. Поверхня булочок шорстка з наявністю пшеничної роздробленої крупки, в контрольному варіанті, і сухого подрібненого пророщеного зерна пшениці (у варіантах II – IV). Колір кірки у варіанту I середньо-коричневий, у II варіанту (з заміною дробленого зерна пшениці сухим подрібненим пророщеним) – темно-коричневий, у варіантів III, IV – світло-коричневий, а у випадку V – середньо-коричневий. М'якуш, у всіх варіантах, пропечений і не вологий на дотик, без грудочок і слідів непромісу. Пористість у всіх варіантах недостатньо розвинена, в м'якушки розподілена дроблена крупка у I варіанту і сухе подрібнене пророщене зерно в варіантах II – V. Смак у всіх п'яти варіантів властивий, у I варіанті – без стороннього присмаку. II варіант – з сильним присмаком, III і IV – з легким присмаком пророщеного зерна, у V варіанту – смак пророщеного зерна яскраво виражений. Запах у будь-якому варіанті властивий, без стороннього аромату. Фотографії готових виробів продемонстровані на рисунку 4.3(за варіантами), на рисунку 4.4 відображена оцінка смаку отриманих хлібобулочних виробів.

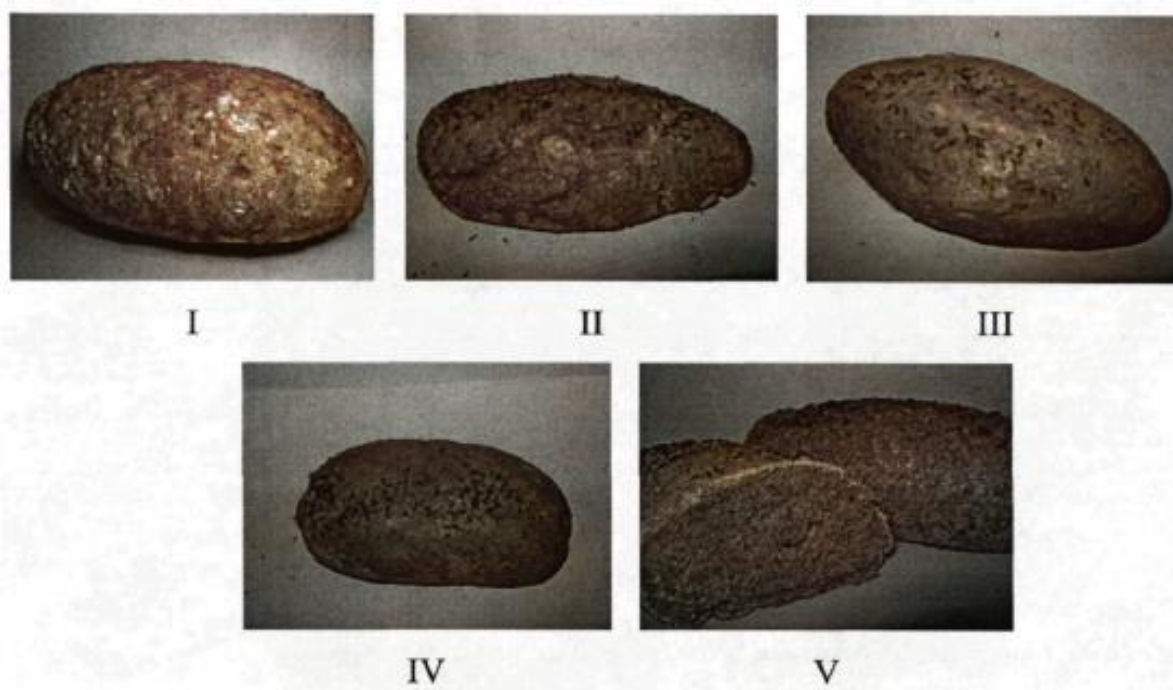


Рисунок 4.3 – Зовнішній вигляд готових виробів за варіантами (дослід 2)



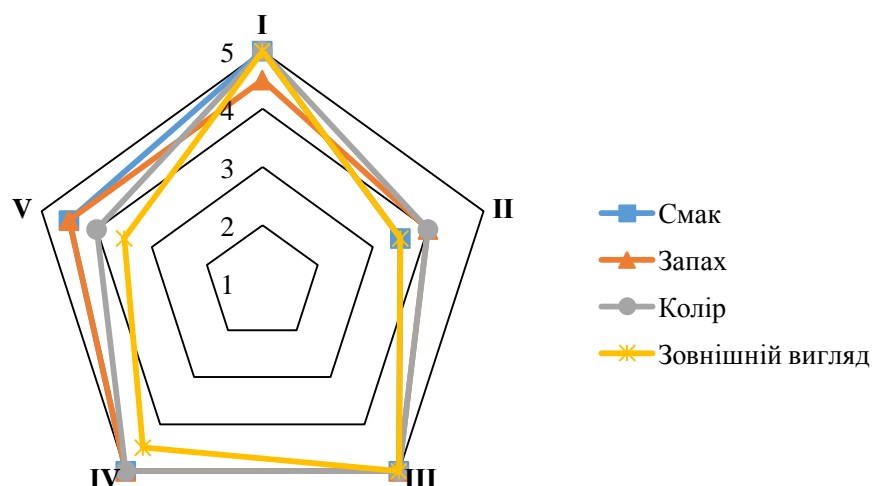


Рисунок 4.4 – Дегустаційна оцінка органолептичних властивостей за варіантами (дослід 2)

Фізико-хімічні показники відповідають вимогам ДСТУ за 4 варіантами. Кислотність варіанта II перевищує припустимі значення на 0,4 градуси.

За результатами засідання дегустаційної комісії максимальний бал був отриманий варіантом III, найнижчу оцінку отримав варіант II, де проведена повна заміна дробленого зерна пшениці сухим подрібненим пророщеним зерном пшениці.

Дослід № 3 проводився з використанням борошна пшеничного хлібопекарського вищого ґатунку виробництва ПП «Самріз». Результати експерименту приведені у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Органолептична та фізико-хімічна оцінка готових виробів (дослід 3)

Показники	Варіанти				
	I	II	III	IV	V
Зовнішній вигляд:					
Форма	Довгаста, з округленими кінцями, без притисків				
Поверхня	Шорстка, з наявністю пшеничної подрібненої крупки або сухого подрібненого пророщеного зерна пшениці				
Колір	Світло-коричневий	Темно-коричневий	Світло-коричневий	Світло-коричневий	Середньо-коричневий
Стан м'якшув, хліба:					
Пропеченість	Добре пропечений, не вологий на дотик				
Характер пористості	Недостатньо розвинена, у м'якуші розподілено подрібнене зерно пшениці				
Проміс	Без грудочок та слідів непромісу				
Смак	Властивий без стороннього присмаку	З сильним присмаком пророщеного зерна	З незначним присмаком пророщеного зерна	З яскраво вираженим присмаком пророщеного зерна	
Запах	Властивий, без стороннього аромату				
Фізико-хімічні показники:					
Вологість, %	45,8	44,4	45,2	44,8	44,6
Кислотність, град.	2,0	3,6	2,2	2,4	2,4

Форма булочок завжди відповідає вимогам стандарту – довгаста, з округленими кінцями, без притисків. Поверхня булочок шорстка, з наявністю пшеничної подрібненої крупи в контрольному варіанті і сухого подрібненого пророщеного зерна пшениці (у варіантах II – IV). Колір кірки у варіанта I світло-коричневий, у II варіанта (із заміною подрібненого зерна пшениці сухим подрібненим пророщеним) темно-коричневий, у варіантів III, IV – світло-коричневий, а у варіанта V – середньо-коричневий. М'якуш, завжди пропечений не вологий на дотик, без грудочок і слідів непромісу. Пористість будь-якого варіанту не досить розвинена, в м'якуші розподілена дроблена крупка у I варіанту і сухе подрібнене пророщене зерно в варіантах II – V. Смак у всіх п'яти варіантів властивий, у I варіанту без стороннього присмаку, II варіанту з сильним присмаком, III і IV з легким присмаком пророщеного зерна, V варіант смак пророщеного зерна яскраво виражений. Запах у всіх варіантах властивий, без стороннього запаху. Пористість готових виробів приведена на рисунку 4.5 (за варіантами), на рисунку 4.6 – оцінка смаку отриманих виробів.

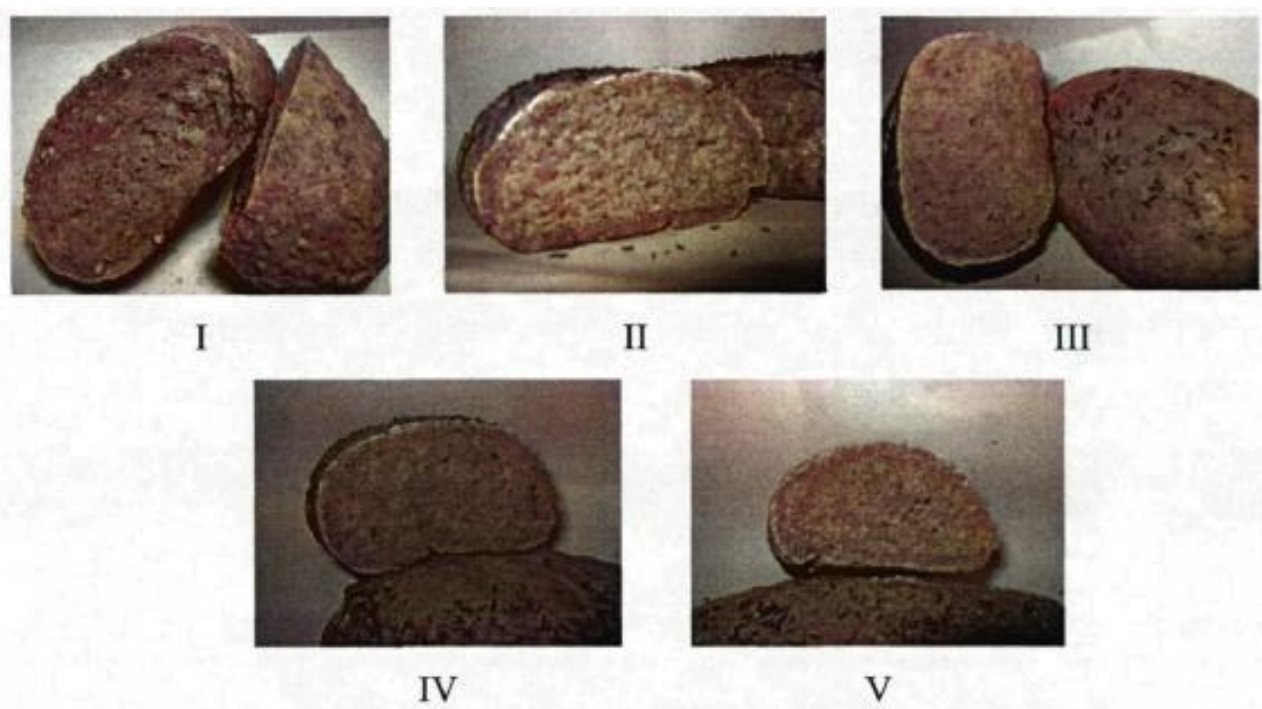


Рисунок 4.5 – Зовнішній вигляд готових виробів за варіантами (дослід 3)

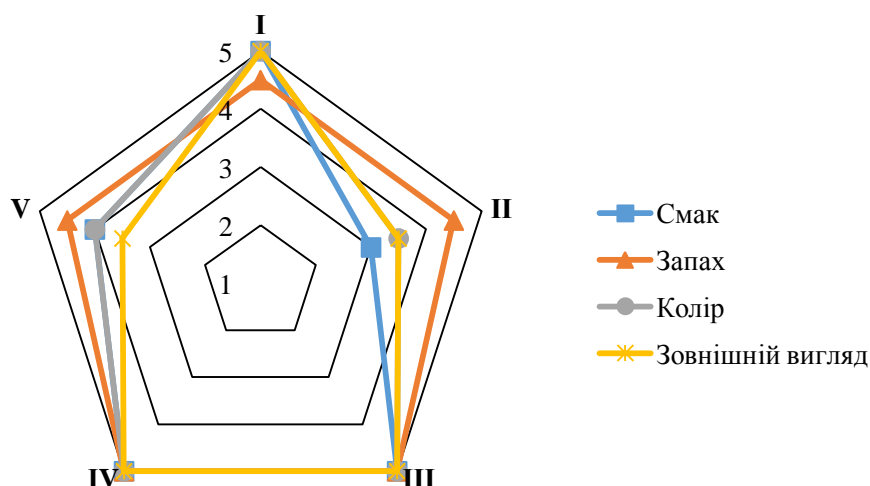


Рисунок 4.6 – Дегустаційна оцінка органолептичних властивостей за варіантами (дослід 3)

Фізико-хімічні показники відповідають вимогам по 4-м варіантах. За значенням вологості усі варіанти відповідають вимогам стандарту. Кислотність варіанта II перевищує допустимі значення на 0,6 градуса.

За результатами засідання дегустаційної комісії максимальний бал був отриманий варіантами III і IV, найнижчу оцінку отримав варіант II, де була проведена повна заміна дробленого зерна пшениці сухим подрібненим пророщеним зерном.

#### 4.3 Харчова та енергетична цінність готових виробів

«Харчова цінність відбиває всю повноту корисних якостей продукту, а біологічна та енергетична цінність є найчастіше вжитими і входять у визначення «Харчова цінність».

Біологічна цінність відображає якість білкових компонентів продуктів, пов'язаних з перетравністю білка, так і зі ступенем збалансованості його амінокислотного складу.

Енергетична цінність – це показник, що характеризує частку енергії, що вивільняється з харчових речовин у процесі біологічного окислення і використовується для забезпечення фізіологічних функцій організму» [39].

Розрахунок енергетичної цінності готових виробів проводили на 100 г їстівної частини залежно від складу та витрати сировини відповідно до рецептури.

При визначенні цього показника враховували енергетичну цінність кожного компонента рецептури, має масову частку сухих речовин, загальна витрата сировини в сухих речовинах, масову частку сухих речовин сировини і готової продукції по кожному варіанту (табл. 4.8).

Таблиця 4.8 – Харчова цінність готових виробів.

Варіант	Кількість в 100 г			Енергетична цінність, ккал
	Білків, г	Жирів, г	Вуглеводів, г	
Варіант I	17,30	2,83	95,50	484,58
Варіант II	13,90	1,75	75,52	479,74
Варіант III	15,65	1,83	99,96	501,49
Варіант IV	15,35	1,81	95,07	497,14
Варіант V	15,05	1,79	90,8	492,79

З таблиці 4.8 можна зробити висновок, що використання сухого подрібненого пророщеного зерна пшениці незначно вплинуло на енергетичну цінність в порівнянні з контрольним варіантом.

Найвищу енергетичну цінність в порівнянні з контрольним має варіант III (співвідношення борошна пшеничного вищого сорту і сухого подрібненого пророщеного зерна пшениці 90/10): вміст білка зменшився на 1,65 г, жирів – знизилася на 1,0 г, вуглеводів – знизилася на 9,24 г, енергетична цінність збільшилась на 4,46 ккал.

Крім того, простежується тенденція зниження кількості жирів і білків зі збільшенням кількості сухого подрібненого зерна пшениці в готовому продукті.

#### 4.4 Опис технології, вибір апаратурного оформлення

Після проведення досліджень, було встановлено, що найбільше відповідає висунутим вимогам хліб із заміною до 20 % борошна вищого ґатунку на сухе подрібнене пророщене зерно пшениці, який отримав назву хліба дієтичного «Енергія життя». Його уніфікована рецептура показано у таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Уніфікована рецептура хліба дієтичного «Енергія життя»

Найменування сировини	Кількість, кг
Борошно пшеничне в/г	80,0
Зерно пшениці пророщене подрібнене	20,0
Сіль кухонна харчова	0,75
Дріжджі пресовані хлібопекарські	2,0
Куряче яйце	0,8
Кмин	0,1

Структурна схема виробництва хліба дієтичного «Енергія життя» з додаванням сухого подрібненого пророщеного зерна пшениці приведена на рисунку 4.7.

Борошно зі складу надходить у просіювач борошна «Бурат-2.85». Просіяне, очищене від металомангнітних домішок борошно, гнучкими конвеєрами подається в ланцюгові похилі конвеєри, які є одним з механізмів, що здійснюють подачу борошна в виробничі бункера. Борошно зберігається у бункері М-111. А потім борошняним дозатором МД-200 подається на заміс тіста. Вся сировина, що швидко псується, зберігається в холодильниках. Яйця зберігаються окремо в холодильній шафі. Яйця перед використанням обробляють у ваннах. Для приготування та зберігання сольового розчину застосовується солерозчинник ХСР-3/2. Сольовий розчин насосом Х5032-125П перекачується в витратні збірники ХЕ-47, звідки самопливом розчин надходить в дозувальні бачки. Дріжджі розчиняються у дріжджовому чані РЗ-ХЧД. Сипуча сировина дозується

дозатором сипучих компонентів Ш2-ХДА. Рідка сировина перекачується насосом і через дозатор рідких компонентів Ш2-ХДБ надходить в діжу. Тісто замішується в тістомісильній машині «Прима-160». Розподіл тіста на шматки відбувається на тістоподільнику РЗ-ХДП, а формування здійснюється вручну. Після формування булочки надходять у шафу «Бриз», випікання хліба – в ротаційній печі «Мусон-Ротор-14 Супер», продуктивність 300 кг/год. Готова продукція надходить в експедицію і в лабораторію для визначення органолептичних і фізико-хімічних показників.

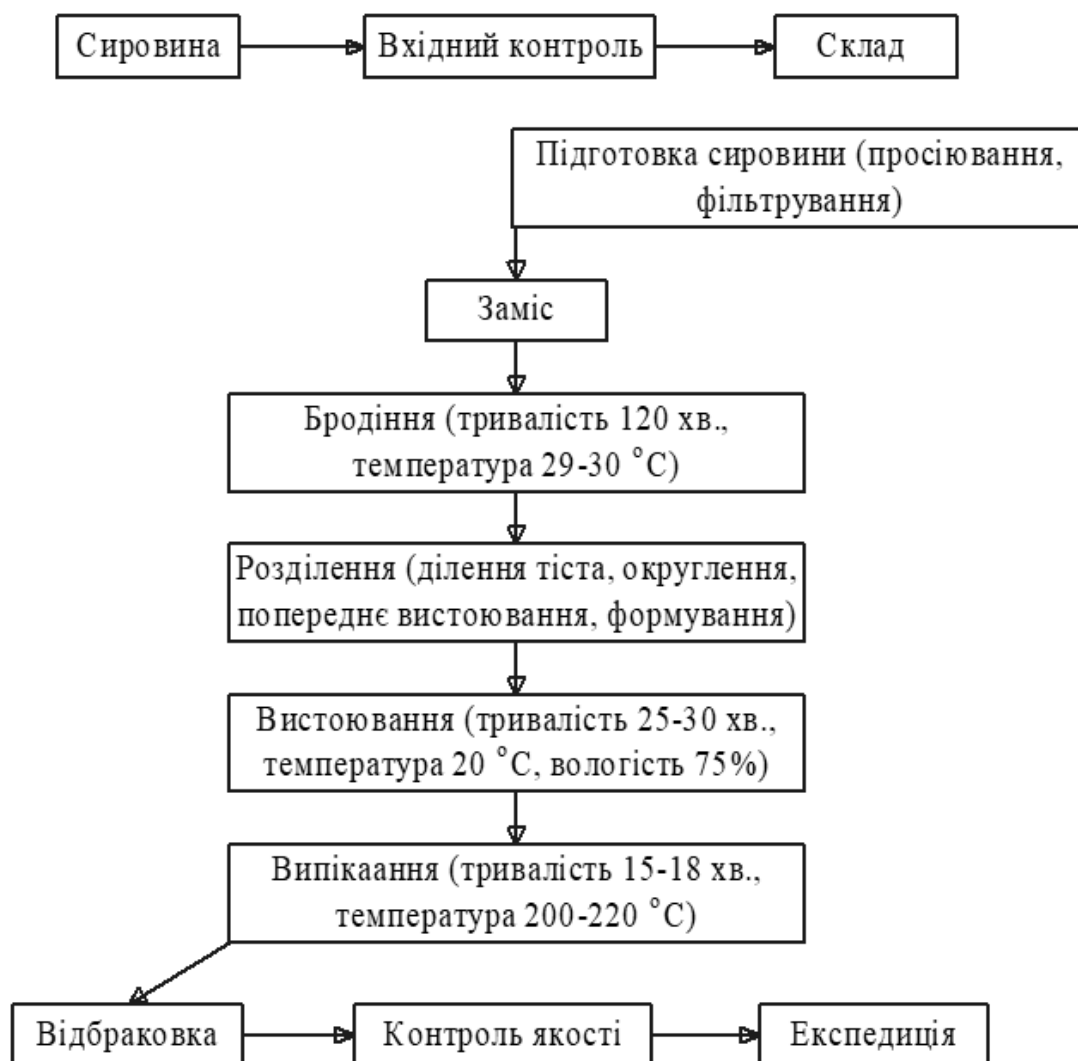


Рисунок 4.7 – Структурна схема виробництва хліба дієтичного «Енергія життя»

Необхідно відзначити, що додавання в рецептуру сухого подрібненого пророщеного зерна пшениці значно покращує органолептичні показники.

Технологія виробництва того чи іншого харчового продукту включає не тільки описову частину, що включає необхідні параметри і режими виробництва.

### Висновки до розділу

Проаналізувавши отримані результати можемо зробити висновок, що використання сухого подрібненого пророщеного зерна пшениці незначно вплинуло на енергетичну цінність в порівнянні з контрольним варіантом.

Найвищу енергетичну цінність в порівнянні з контрольним має варіант III (співвідношення борошна пшеничного вищого сорту і сухого подрібненого пророщеного зерна пшениці 90/10): вміст білка зменшився на 1,65 г, жирів – знизилося на 1,0 г, вуглеводів – знизилося на 9,24 г, енергетична цінність збільшилась на 4,46 ккал.

Після проведення досліджень, було встановлено, що найбільше відповідає висунутим вимогам хліб із заміною до 20 % борошна вищого ґатунку на сухе подрібнене пророщене зерно пшениці, який отримав назву хліба дієтичного «Енергія життя».



## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Охорона праці при роботі на установці інфрачервоного випромінювання в ПП «Самріз»

Відповідальність за стан охорони праці в ПП «Самріз» покладено на керівника підприємства, а оперативну роботу і контроль за станом охорони праці здійснює інженер по охороні праці, в його обов'язки входить:

- розробка та затвердження актів і інструкцій з охорони праці, які діють на підприємстві;
- розробка та затвердження прав та обов'язків працівників підприємства щодо організації та забезпечення безпеки праці;
- забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту;
- забезпечення проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці працівників підприємства.

Виробничим процесом переробки зерна в борошно в ПП «Самріз» не передбачаються технологічні операції, що приводять до безпосереднього контакту працівників з продуктом в процесі його виробництва.

Технологічний процес обробки пророслого зерна пшениці на установці інфрачервоного опромінення в цеху з виробництва борошна здійснюється відповідно до затвердженої керівником підприємства схеми переробки.

В процесі обробки зерна пшениці постійно контролюється максимальна та мінімальна температура нагрівання зерна з метою дотримання вимог технологічного процесу та виключення можливості загорання сировини.

Установку інфрачервоного опромінення обладнано системами дистанційного автоматизованого керування, за 15 – 20 секунд до його пуску подається попереджувальний звуковий сигнал.

Експлуатація обладнання для інфрачервоного опромінення зерна пшениці здійснюється відповідно до «Правил будови і безпечної експлуатації обладнання для проведення термічної обробки».

Під час роботи установок для інфрачервоного опромінення в цеху з виробництва борошна пшеничного ПП «Самріз» забезпечуються:

- справність запобіжних контрольних і вимірювальних приладів;
- надійність герметизації робочої камери устаткування, що виключає проникнення сторонніх легкозаймистих предметів;
- ретельна термоізоляція всіх гарячих ділянок установки;
- надійність роботи запірних вентилів, шлюзових затворів при надходженні та випуску продукції;
- справність огорожень приводних ременів, шківів і ланцюгових передач.

Температура зерна пшениці в робочій камері підтримується не вище встановлених норм. Термометри встановлено у доступному і зручному для спостереження місці. Під час керування машиною з пульта забезпечується надійна та чітка робота всіх механізмів та подача звукового чи світлового сигналу при порушенні їх постійної роботи. Температура поверхні робочої камери установки інфрачервоного опромінення не перевищує 35°C.

Дипломною роботою для підвищення безпеки праці робітників в цеху з виробництва пшеничного борошна пропонуємо:

- встановити кулери з водою для потреб робочого персоналу;
- забезпечити робочий персонал засобами індивідуального захисту;
- обладнати місця для паління та облаштувати їх урнами для недопалків;
- провести технічний огляд систем заземлення силового технологічного обладнання, у разі необхідності провести ремонт.

## 5.2 Аналіз небезпек технологічної схеми

Для виконання аналізу небезпек технологічної схеми підготовки зерна пшениці до подрібнення її було розділено на декілька секторів (рис.5.1).

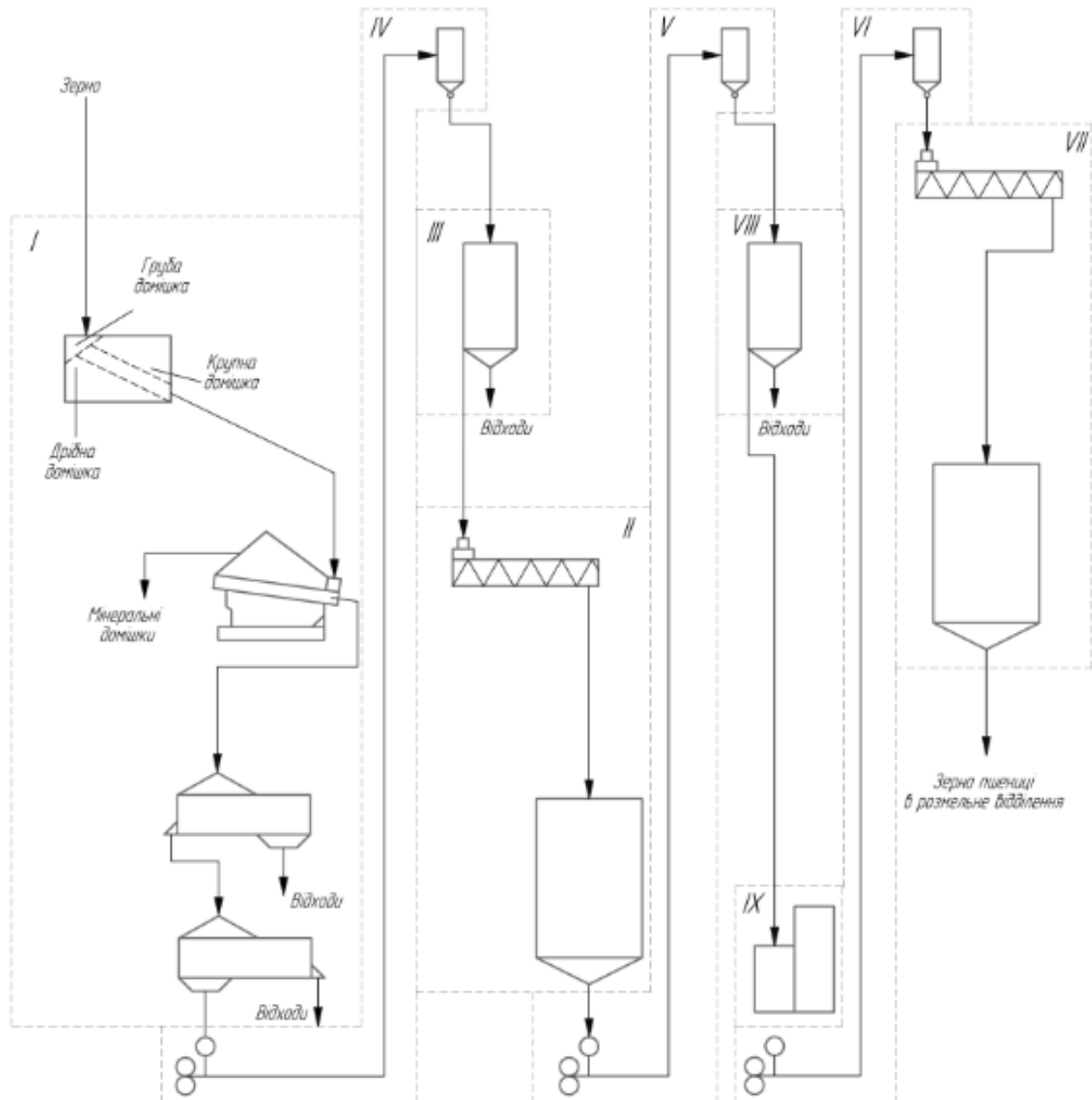


Рисунок 5.1 – Сектори небезпек у розробленій технологічній схемі:

I, IX – приймання, очищення та фракціонування зерна пшениці; II, VII – воднотеплова обробка зерна; III, VIII – суха обробка поверхні зерна; IV, V, VI – вертикальне транспортування зерна.

Необхідно визначити основні небезпеки даної технологічної схеми в кожному секторі, які можна розділити на дві категорії:

1) небезпеки, пов'язані з порушенням технологічного процесу та дотриманням умов охорони праці;

2) небезпеки, пов'язані з цивільним захистом.

На рис.5.2 наведено схему розподілу небезпек першої категорії за секторами.

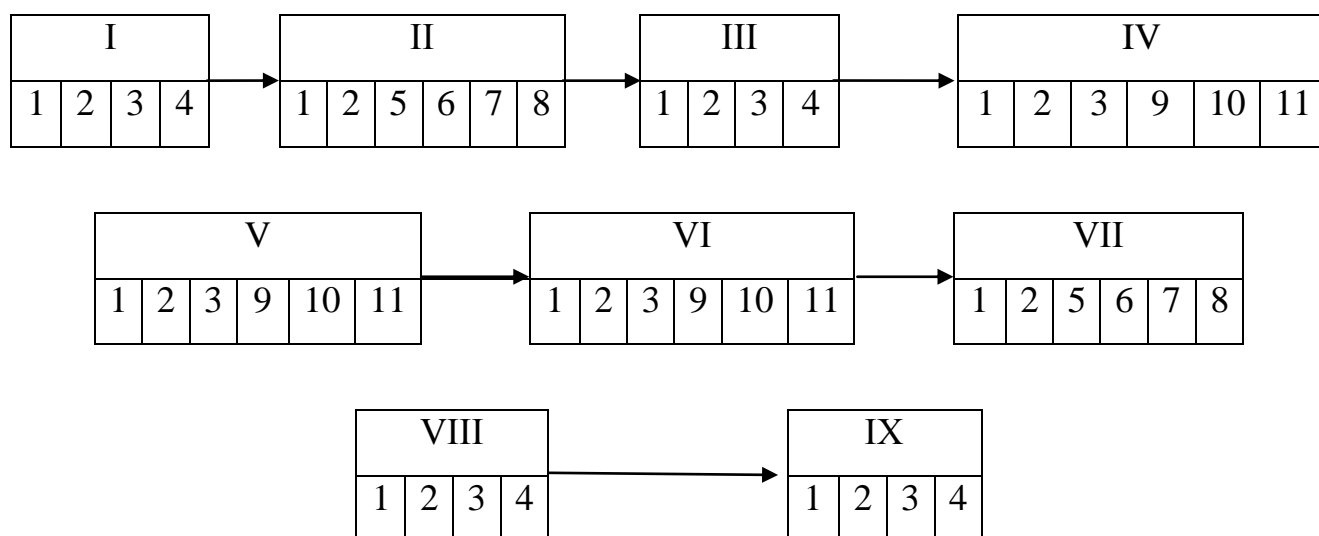


Рисунок 5.2 – Схема розподілення небезпек, пов'язаних з порушенням технологічного процесу та дотриманням умов охорони праці

Відповідно, отримано наступний перелік небезпек, які відносимо до першої категорії:

1) враження електричним струмом при порушенні заземлення або електроізоляції проводів – є однією з небезпек першого, другого, третього, четвертого, п'ятого, шостого, сьомого, восьмого і дев'ятого секторів, може виникати у разі дотику до струмопровідних частин електроустановок, які діють під напругою. Це може статися через несправність огорожувальних пристроїв електроустановок, помилкові дії персоналу, коли роботи виконуються поблизу чи безпосередньо на струмопровідних елементах, що знаходяться під напругою, а також з появою напруги (в результаті помилкової подачі) на раніше вимкнених електроустановках і ділянках мережі. Для недопущення таких ситуацій необхідно

своєчасно проводити технічний огляд обладнання та дотримуватись умов експлуатації.

2) негативний вплив вібрації та шуму – є однією з небезпек що може виникнути під час роботи зерноочисного обладнання та обладнання з обетовими або коливальними робочими органами. Виникнення даної небезпеки може спостерігатися в усіх дев'яти секторах досліджуваної схеми за рахунок особливостей руху робочих органів технологічного обладнання і може створюватися вібрація, яка спричиняє негативну дію на конструкцію будівлі цеху та на працівників, що знаходяться безпосередньо в цеху. Ефективним вирішенням даної проблеми є використання гумових віброізоляторів для обладнання та забезпечення працівників цеху взуттям з високою гумовою підошвою. Дані методи дозволяють зменшити негативний вплив вібрації.

3) вихід з ладу приймального та випускних пристроїв – дана небезпека спостерігається в усіх секторах досліджуваної технологічної схеми крім другого і сьомого. Виникнення даної небезпеки може призвести, як до погіршення ходу технологічного процесу так і до руйнування технологічного обладнання, що в свою чергу може призвести до травмування працівників, яким необхідно буде зупинити роботу обладнання при виході з ладу дистанційного керування.

4) вихід з ладу системи аспірації обладнання – досить вагома небезпека, що може виникати на зернопереробних підприємствах. Вихід з ладу системи аспірації обладнання може призвести до потрапляння пилу та у виробниче приміщення та до виникнення великої концентрації пилу в робочій зоні машини, що в кінцевому результаті призведе до небезпеки виникнення вибуху.

5) вихід з ладу форсунок подачі води та елементів трубопроводів – виникнення даної небезпеки характерно, для секторів воднотеплової обробки зерна, а саме це сектори два та сім. Форсунки в зволожувальних машинах виконують функцію розпилення води в зернову масу, при виході їх з ладу подача води в зерно пшениці буде ненормована, що призведе до порушення технологічного процесу також необхідно слідкувати за станом елементів

трубопроводу для води. Особливо небезпечними місцями для витоків води є місця з'єднань трубопроводу та місця підключення його до насосів і обладнання.

б) відмова приладів контролю температури та вологості зерна – спостерігається дана небезпека також в секторах два та сім. Необхідність слідкувати за належним функціонуванням приладів контролю температури та вологості зерна при відволоження, підвищення цих показників може призвести до загорання зерна.

7) електробезпека витоків води при розгерметизації системи подачі води – вода є провідником струму, а отже при певних умовах виникає небезпека ураження працівників електричним струмом. При виникненні аварійної ситуації з витоків води необхідно дистанційно вимкнути електроживлення зволожувачів. Якщо це неможливо, необхідно забезпечити працівників, які будуть зайняті роботами з ліквідації аварійної ситуації, засобами індивідуального захисту такими як: гумові рукавички та гумове взуття. Це дозволить захистити працівників від ураження електричним струмом.

8) корозія робочих органів обладнання – небезпека характерна для секторів два та сім, в разі корозії робочих органів технологічного обладнання, може виникнути дефект в корпусі зволожувальної машини, витік води та як наслідок враження обслуговуючого персоналу електричним струмом. Щоб уникнути корозії необхідно проводити обробки робочих органів машин необхідними антикорозійними засобами.

9) поломки механізмів пневмотранспортної системи – спостерігається в четвертому, п'ятому та шостому секторах. Одним з механізмів пневмотранспортної системи є вентилятор, вихід з лідів якого може призвести до виникнення підвищеного рівня вібрації та шуму, що негативно впливає на персонал, а також до розриву дифузору, у цьому випадку є велика ймовірність травмування обслуговуючого персоналу. З метою уникнення подібних ситуацій необхідно та з дотриманням всіх вимог проводити технічне обслуговування даних установок.

10) порушення герметизації пневмотранспортної системи – спостерігається в четвертому, п'ятому та шостому секторах, порушення герметизації пневмотранспортної системи та вихід з ладу приладів контролю тиску. Що може призвести до руйнування системи транспортування зерна та враження обслуговуючого персоналу. Обслуговування даного транспортного обладнання потрібно здійснювати з дотриманням всіх вимог, тобто повністю знеструмивши та зупинивши вентилятора.

11) вихід з ладу приладів контролю тиску – характерно для секторів чотири, п'ять та шість. У разі виходу з ладу приладів контролю тиску є велика ймовірність розриву системи транспортування зерна, що може призвести до травмування обслуговуючого персоналу.

На рис.5.3 наведено схему розподілу небезпек другої категорії за секторами.

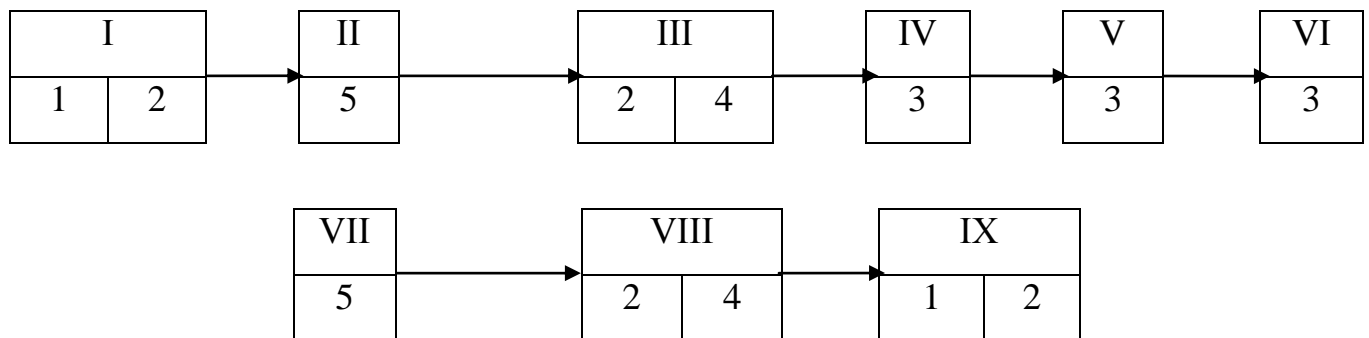


Рисунок 5.3 – Схема розподілення небезпек, пов'язаних з цивільним захистом

Отже, маємо наступний перелік небезпек:

- 1) вибух пилоповітряної суміші в транспортних трубопроводах зерна;
- 2) вибух пилоповітряної суміші в обладнанні;
- 3) утворення надлишкового тиску в пневмотранспортній системі;
- 4) вибух пилоповітряної суміші всередині оббивних машин;

При прийманні, очищенні та фракціонуванні зерна спостерігається висока ступінь небезпеки утворення пилоповітряної суміші під час руху зерна в транспортних трубопроводах та в самому обладнанні при очищенні і фракціонуванні.

За рахунок особливості конструкції та принципу роботи оббивних машин в них виникає велика кількість пилу. Задля запобігання цьому, їх підключають до системи аспірації згідно вимог. Отже щоб уникнути травмування обслуговуючого персоналу у разі вибуху пилоповітряної суміші та створення надлишкового тиску у пневмотранспортній системі необхідно встановлювати вибухорозрядні пристрої, які допомагають уникнути руйнувань, за рахунок відведення надлишкового тиску під час аварійної ситуації.

5) утворення надлишкової вологості та ймовірність виникнення запліснявінь – виникнення даної небезпеки має суттєве значення для здоров'я обслуговуючого персоналу, виникнення запліснявінь може негативно впливати на органи дихання людини, що призведе до їх захворювань. Щоб уникнути даної небезпеки необхідно ретельно обробляти обладнання з підвищеним рівнем вологості протигрибковими засобами.

### 5.3 Ризики виникнення надзвичайних ситуацій при підготовці зерна пшениці до переробки в борошно

Оскільки підприємства з переробки зерна є вибухо та пожежонебезпечними об'єктами то причиною пожежі або вибуху в приміщенні цеху з підготовки зерна пшениці до переробки в борошно є наявність зернового пилу. Велика кількість пилу створюється оббивними машинами, пневмосистемами та сепараторами або під час переміщення проміжної продукції. В цеху з підготовки зерна пшениці до переробки в борошно місцевий спалах може викликати завихрення осілого пилу, що в свою чергу може призвести до вибуху.

В дипломній роботі ми пропонуємо для запобігання вибуху пилу впровадити наступні профілактичні заходи. Перш за все не можна допускати запиленості повітря і скупчення пилу, для цього потрібно забезпечувати бездоганну роботу аспірації усіх джерел пилоутворення, правильний і своєчасний догляд за обладнанням, попереджаючи навіть найменший відкладення пилу, а також іскроутворення.



В цеху з виробництва борошна ПП «Самріз» забороняється проводити ремонт обладнання в процесі роботи технологічного обладнання, що може призвести до іскроутворення, а в подальшому до пожежі та навіть вибуху.

Також пропонуємо впровадити очищення стін, стелі будівель і будівельні конструкції пиłosосами промислового типу.

В цеху дбайливо стежать за виконанням всіх заходів, які запобігають утворенню теплових джерел. Працівникам заборонено застосовувати відкритий вогонь (запалювати сірники, палити, проводити зварювальні та інші ремонтні роботи, пов'язані з утворенням іскор).

В дипломній роботі рекомендуємо для переносного освітлення використовувати електричні лампи малої напруги (12 – 36 В) в герметичному виконанні зі скляним ковпаком і металевою сіткою з живленням від трансформаторів в герметичному виконанні.

Велику небезпеку в цеху становить робота несправного обладнання, а також погана робота магнітних загороджень. Всі перераховані недоліки можуть стати джерелом утворення іскор. Тому пропонуємо покращити технічний огляд обладнання та впровадити використання діагностичних приладів. Також в процесі експлуатації слід уникати роботи на холостому ходу оббивних машин, дробарок, так як при цьому можуть виникати вибухонебезпечні концентрації пилоповітряних сумішей.

Також в цеху з підготовки зерна пшениці до переробки в борошно, для профілактики вибухів пропонуємо застосовувати спеціальні пристрої, що знижують надлишковий тиск, який утворюється під час вибуху. Для цього деяке технологічне обладнання буде обладнано вибухорозрядними трубами з виведенням їх в атмосферу за межі виробничої будівлі.

## Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи виконано аналіз небезпек під час роботи в цеху підготовчого відділення з виробництва борошна, визначено основні фактори та небезпеки, що будуть мати вплив на працівників цеху. Розглянуто ризики виникнення надзвичайних ситуацій під час підготовки зерна пшениці до переробки в борошно, а саме встановлено, що дане підприємство є вибухо та пожежо небезпечним із-за великого скупчення зернового пилу.

## 6 ОРГАНІЗАЦІЙНО–ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 6.1 Організація проведення дослідження

Забезпечення населення продуктами харчування, збалансованими за вмістом харчових речовин та функціональних інгредієнтів, є одним із важливих завдань харчових виробництв. В останні кілька десятиліть серед населення широко поширилася тенденція вживання в їжу пророщеного зерна та насіння, що володіє корисними властивостями. Особливий інтерес становлять пророщені зерна пшениці, оскільки саме ця культура повсюдно вирощується на території України. Під час організації експериментальних досліджень було враховано перелік робіт, визначення їх взаємозв'язку та тривалості, забезпечення побудови сітьового графіку, визначення критичного шляху, проведення розрахунків щодо визначення кошторису витрат на проведення досліджень.

В таблиці 6.1 приведено перелік проведення робіт з обґрунтування технології виробництва сухого пророщеного зерна пшениці та застосування його при виробництві хлібобулочних виробів.

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт $t_{ij}$ , днів
1–2	Визначення напрямку досліджень	2
2–3	Пошук першоджерел	21
3–4	Розробка алгоритму проведення експериментальних досліджень	4
4–5	Характеристика методів та методик досліджень	3
5–6	Робота над підготовкою дослідних зразків зерна пшениці	2
6–7	Підготовка вакуумної сушарки до проведення досліджень	15
7–8	Дослідження впливу температури та завантаження сушарки на тривалість сушіння пророслого зерна пшениці	2
7–9	Визначення термінів зберігання готової продукції	3
7–10	Визначення показників якості готового продукту	4

Продовження таблиці 6.1

7–11	Розробка рецептури хлібобулочних виробів з додавання пророслого зерна пшениці	5
8–12	Обробка результатів експериментальних дослідження	1
9–12		1
10–12		1
11–12		2
12–13		Підготовка матеріалу для публічного оприлюднення
13–14	Написання публікації	7

На рисунку 6.1 відповідно до плану проведення дослідження приведено сітьовий графік, що відображає процес у вигляді окремих етапів і дозволяє шляхом розрахунків визначити оптимальний варіант його виконання.

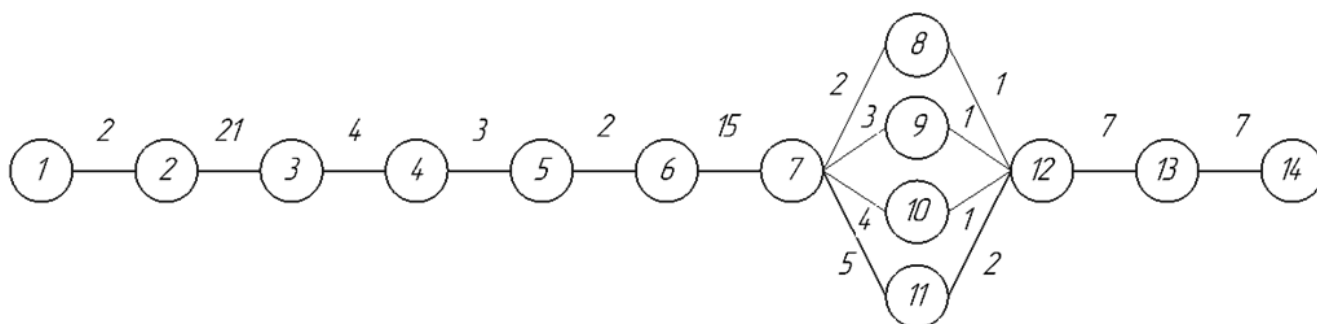


Рисунок 6.1 – Сітьовий графік проведення досліджень

За допомогою сітьового графіку визначаємо тривалість послідовних робіт від першочергової події до останньої.

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-12-13-14}^1 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 2 + 1 + 7 + 7 = 63;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-9-12-13-14}^2 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 3 + 1 + 7 + 7 = 64;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-10-12-13-14}^3 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 4 + 1 + 7 + 7 = 65;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-11-12-13-14}^4 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 5 + 2 + 7 + 7 = 67$$

У відповідності до проведеним розрахункам критичним є четвертий шлях з тривалістю проведення робіт 67 днів.

Резерв шляху розраховуємо за наступною формулою, а результати заносимо до таблиці 6.2:

$$R_1 = T_1^n - T_1^p, \quad (6.1)$$

де  $R_1$  – резерв шляху, днів;

$T_1^n$  – пізній термін здійснення події, днів;

$T_1^p$  – ранній термін здійснення події, днів.

Таблиця 6.2 – Терміни здійснення виконання робіт і резерв шляху

Номер події	Ранній термін здійснення події $T_1^p$ , дні	Пізній термін здійснення події $T_1^n$ , дні	Резерв шляху $R_1$ , дні
1	0	0	0
2	2	2	0
3	23	23	0
4	27	27	0
5	30	30	0
6	32	32	0
7	47	47	0
8	49	52	3
9	50	52	2
10	51	52	1
11	52	52	0
12	54	54	0
13	61	61	0
14	68	68	0

Повний резерв часу виконання роботи знаходимо за формулою:

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (6.2)$$

де  $R_{ij}^n$  – повний резерв часу роботи, днів;

$t_{ij}$  – загальна тривалість роботи, днів.

Показник вільного резерву часту визначимо за формулою:

$$R_{ij}^e = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (6.3)$$

де  $R_{ij}^e$  – вільний резерв часу роботи, днів;

$T_1^n$  – пізній термін здійснення події, днів;

$T_1^p$  – ранній термін здійснення події, днів.

При розрахунку коефіцієнта напруженості роботи було використано наступну формулу:

$$K_{ij}^H = \frac{L_{maxij} - t_{ij}}{L_{кр} - t_{ij}}, \quad (6.4)$$

де  $L_{maxij}$  – довжина максимального шляху, що проходить через роботу;

$L_{кр}$  – довжина критичного шляху ( $L_{кр} = 67$  днів).

Отримані результати розрахунків заносимо до таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Результати розрахунку вільного і повного резервів часу

Шифр робіт $i-j$	Вільний резерв часу $R_{ij}^e$ , дні	Повний резерв часу $R_{ij}^n$ , дні	Коефіцієнт напруженості
1	0	0	0,00
1-2	0	0	0,04
2-3	0	0	0,36
3-4	0	0	0,42
4-5	0	0	0,45
5-6	0	0	0,60
6-7	0	0	0,71
7-8	0	3	0,72
7-9	0	2	0,73
7-10	0	1	0,75
7-11	0	0	0,73
8-12	0	0	0,75
9-12	0	0	0,76
10-12	0	0	0,79
11-12	0	0	0,89
12-13	0	0	1,00
13-14	0	0	0,00

Отже, можемо зазначити, що для виконання повного комплексу дослідних робіт, потрібно витратити 67 днів. Причому, виконання робіт, з критичного шляху, потрібно закінчувати суворо у визначені терміни, бо вони не містять резерву часу, а їх коефіцієнт напруженості рівний найбільшому значенню.

## 6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

За формулою (6.5) визначаємо витрати на основні та побічні матеріали:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (6.5)$$

де  $m_1$  – кількість матеріалу;

$C_1$  – ціна одиниці виміру матеріалу, грн.

У таблиці 6.4 наведені результати розрахунків витрат на матеріали.

Таблиця 6.4 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Проросле зерно пшениці, кг	10	20,30	203,00
Всього			203,00

Результати розрахунку щодо визначення витратна заробітну плату учасників досліджень приведені в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8350	49,50	16	742,00
Всього				742,00

Нарахування на заробітну плату визначаються за наступною формулою і вони складають:

$$H = \frac{742,00 \cdot 22}{100} = 164,02 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію визначаємо за формулою (6.6):

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.6)$$

де  $M$  – потужність електрообладнання, кВт;

$K$  – коефіцієнт використання потужності ( $K = 0,9$ );

$T$  – час роботи установки, год;

$a$  – тариф за електроенергію, грн/(кВт/год).

Затрати енергії на роботу вакуумної сушарки складають:

$$E_1 = 1,8 \cdot 0,9 \cdot 56 \cdot 1,68 = 151,41 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу допоміжного устаткування:

$$E_2 = 0,78 \cdot 0,9 \cdot 280 \cdot 1,68 = 331,22 \text{ грн.}$$

Сумарні витрати електроенергії складуть:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 = 151,41 + 331,22 = 484,63 \text{ грн.}$$

Амортизаційні витрати устаткування розраховуємо за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (6.7)$$

де  $A$  – амортизаційні витрати, грн;

$\Phi$  – вартість основного та допоміжного устаткування, грн;

$H$  – річний відсоток амортизації, %;



$t$  – тривалість роботи устаткування, днів;

365 – кількість місяців у році.

Результати приведені в таблиці 6.6.

Таблиця 6.6 – Результати розрахунків амортизаційних витрат

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Вакуумна сушарка	5526,50	15	7	16,90
Допоміжне устаткування	11800,00	24	35	272,56
Всього				289,46

Накладні витрати визначаємо за наступною формулою:

$$\frac{(742,00 \cdot 80)}{100} = 593,60 \text{ грн.}$$

У таблиці 6.7 приведено загальний кошторис витрат досліджень.

Таблиця 6.7 – Кошторис витрат досліджень

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	203,00
Заробітна плата	742,00
Нарахування на заробітну плату	164,02
Електроенергія	484,63
Амортизація	289,46
Накладні витрати	593,60
Всього	2476,71

Встановлено, що найбільшими є витрати на заробітну плату та накладні витрати.

### 6.3 Розрахунок вартості дослідження

Вартість досліджень визначалась на основі витрат на дослідження і рівня рентабельності:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.8)$$

де  $Ц$  – вартість дослідження, грн;

$C$  – витрати на проведення дослідження, грн;

$P$  – рівень рентабельності ( $P = 30$ ), %.

$$Ц = 2476,71 + \frac{30 \cdot 2476,71}{100} = 3219,73 \text{ грн.}$$

Отже, вартість досліджень складає 3219,73 грн.

#### Висновки до розділу

Встановлено, що тривалість критичного шляху становить 67 днів. Найбільшими витратами є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 742,00 грн та 593,60 грн. Врахувавши нормативний рівень рентабельності вартість експериментального дослідження складає 321973 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Встановлено, що вивчення процесів пророщування зерен злакових культур з подальшою їх сушінням в вакуумних сушарках з інфрачервоним випромінювачами, їх зберігання та використання в технології виробництва хлібобулочних виробів є актуальним завданням для хлібопекарської промисловості України.

Приведено схему проведення експериментальних досліджень, в якій визначеної їх послідовність, охарактеризовано експериментальне обладнання для сушіння пророслого зерна пшениці, а також визначено показники якості готового продукту отриманого з додаванням пророслого зерна пшениці.

Встановлено, що після попередньої підготовки зерна (очищення і миття в проточній воді) пророщування зерен доцільно здійснювати всередині сушильної камери установки при температурі інфрачервоних нагрівальних елементів 40 °С і атмосферному тиску.

Встановлено, що сушку доцільно проводиться на трьох режимах: перший етап з температурою інфрачервоних нагрівачів 80 °С тривалістю 3 години, другий етап тривалістю 5 годин з температурою інфрачервоних нагрівальних елементів 70 °С, на третьому етапі їх температура повинна бути 60 °С, тривалість етапу – 15 годин. Загальний час сушіння – 23 години. Тиск усередині сушильної камери під час сушіння має бути на рівні 15 кПа.

Визначено, що використання сухого подрібненого пророщеного зерна пшениці незначно вплинуло на енергетичну цінність в порівнянні з контрольним варіантом. Найвищу енергетичну цінність в порівнянні з контрольним має варіант III (співвідношення борошна пшеничного вищого сорту і сухого подрібненого пророщеного зерна пшениці 90/10): вміст білка зменшився на 1,65 г, жирів – знизилася на 1,0 г, вуглеводів – знизилася на 9,24 г, енергетична цінність збільшилась на 4,46 ккал.

Встановлено, що найбільше відповідає висунутим вимогам хліб із заміною до 20 % борошна вищого гатунку на сухе подрібнене пророщене зерно пшениці, який отримав назву хліба дієтичного «Енергія життя».

Виконано аналіз небезпек під час роботи в цеху підготовчого відділення з виробництва борошна, визначено основні фактори та небезпеки, що будуть мати вплив на працівників цеху. Розглянуто ризики виникнення надзвичайних ситуацій під час підготовки зерна пшениці до переробки в борошно, а саме встановлено, що дане підприємство є вибухо та пожежо небезпечним із-за великого скупчення зернового пилу.

Встановлено, що тривалість критичного шляху становить 67 днів. Найбільшими витратами є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 742,00 грн та 593,60 грн. Врахувавши нормативний рівень рентабельності вартість експериментального дослідження складає 321973 грн.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Апет Т.К. Хліб та булочні вироби: сировина, технологія, обладнання, рецептури / Т.К.Апет, З.М. Пашук. – Мінськ: ПОПУРІ, 2017. – 352 с.
2. Азаров Б.М. Технологічне обладнання хлібопекарських підприємств / Б.М.Азаров, А.Т. Лісовенко, С.А. Мачихін. - М.: Агропромиздат, 1996. – 115с.
3. Антіпов А.В. Атмосферна сушка сублімації харчових продуктів / А.В.Антіпов, Б.П.Камовніков, Г.В.Семенов. – М.: Колос, 1994. – 125 с.
4. Ауерман Л.Я. Технологія хлібопекарського виробництва / Л.Я. Ауерман. – М.: Харчова промисловість, 2004. – 416 с.
5. Ауерман Л.Я. Технологія хлібопекарського виробництва / Л.Я.Ауерман. – СПб., 2005. – 415с.
6. БатигінаТ.Б. Хлібне зерно / Т.Б. Батигіна. Л.: «Наука». – 2007. – 215 с.
7. Беляєв М.І. Виробництво борошняних кондитерських виробів в громадському харчуванні / М.І. Беляєв. – М.: Харчова промисловість, 2007. – 320 с.
8. Бухарін П.Д. Вітаміни в овочевих, плодових і ягідних рослинах / П.Д. Бухарін, А.С. Демидов. – М.: Наука, 2005. – 220 с.
9. Вавілов П.П. Рослинництво/П.П. Вавілов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнєцов, та ін-М.: Колос, 1999. – 519 с.
10. Вигмор Е. Пшеничні паростки на вашому столі. / Переклад з англ, - СПб.: ІК Комплект, 1997. – 202 с.
11. Вигмор Е. Проростки – їжа життя. / Переклад з англ. Є.Смирнова. – СПб.: Весь, 2000. – 189 с.
12. Генов А.А. Хліб з шипшиною / А.А. Генов, Л.Н. Власова, В.В. Письменний, Т.Н. Іванова. Хлібопечення України. – №6. – 2005. – С. 24 – 25.
13. Гінзбург А.С. Інфрачервона техніка в харчовій промисловості – М.: Харчова промисловість, 2016, – 408 с.
14. Гінзбург А.С. Основи теорії та техніки сушіння харчових продуктів / А.С. Гінзбург. – М.: Харчова промисловість, 2015, – 527 с.

15. Гришин О.С. Виробництво хлібобулочних виробів / А.С. Гришин, Л.А. Лавров, Ю.С. Єршова. – М.: Харчова промисловість, 1992. – 352 с.
16. Данилова О.М. Харчова цінність хлібобулочних виробів / О.М. Данилова, Н.Є. Цуркова. – М.: Харчова промисловість, 1993. – 79 с.
17. Данченко Л.В. Безпека харчової сировини та продуктів харчування / Данченко Л.В, Надикіна В.Д. – М.: Харчова промисловість, 1999. – 52 с.
18. ДСТУ 2293-99. Охорона праці терміни та визначення основних понять.
19. ДНАОП 0.00-4.09-93. Типове положення про безпечне виконання робіт на переробних підприємствах.
20. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
21. ДСН 245-71. Санітарні норми проектування промислових підприємств.
22. ДНАПБ А.01.001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні.
23. Дробот В.І. Довідник інженера-технолога хлібопекарського виробництва / В.І. Дробот. – Київ: «Урожай». 1990. – 278 с.
24. Єгоров Г.А. Борошномельні млини малої потужності / Г.А. Єгоров. – СПб, ГІОРД, - 2000. – 67 с.
25. Єгорова Г.С. Збірник рецептур на хлібобулочні вироби / Г.С. Єгорова, С.Н. Ремізова. – М.: Харчова промисловість, 1981. – 101 с.
26. Рідко В.І. Сушка зерна / В.І. Рідко, В.А. Гострий. – М.: Колос, 1992. – 239 с.
27. Закон України «Про охорону праці».
28. Зайцев К.В. Технологічне обладнання хлібо заводів / К.В.Зайцев. – М.: Харчова промисловість, 1997. – 582 с.
29. Зернов Н.М. Пророкки – їжа життя 21 століття / Н.М. Зернов, П.П. Горбенко. – СПб.: ІЧ Комплект, 1997. – 220 с.
30. Зверева Л.Ф. Технологія хлібопекарського виробництва / Л.Ф. Зверева. 2-ге вид., перероб. і доп. – М.: Харчова промисловість, 1999. – 303 с.
31. Іллінська Т.М. Виробництво борошняних кондитерських виробів за кордоном / Т.М. Іллінська – М.:, 1988. – 120 с.

32. Козаков Є.Д. Від зерна до хліба / Є.Д. Козаков. – М.: Легка та харчова промисловість, 1997. – 144с.
33. Козаков Є.Д. Основні відомості про зерно / Є.Д. Козаков. – М.: Легка та харчова промисловість, 1997. – 144 с.
34. Камовніков Б.П. Вакуум-сублімаційне сушіння харчових продуктів. Основи теорії, розрахунок та оптимізація. / Б.П. Камовніков, Л.С. Малков, В.А. Воскобійник. – М.: Агропромиздат, 1985. – 240 с.
35. Колос Є.А. Проростки злаків – основа протиракової дієти. / Є.А. Колос. – СПб.: Весь, 2005. – 240 с.
36. Кретович В.Л. Біохімія-зерна / В.Л.Кретович. – М.:, 1991. – 119 с,
37. Кретович В.Л. Біохімія зерна / В.Л.Кретович. – М.:, 1994. – 125 с.
38. Ліфляндський В.Г. Цілющі властивості вітамінів та мінералів / В.Г. Ліфляндський. – М.: ОЛМА Медіа Груп, 2009. – 240 с.
39. Пучкова Л.І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського виробництва/Л.І. Пучкова. – М.: Легка та харчова промисловість, 1992. – 232 с.
40. Ройтер І.М. Сировина хлібопекарського, кондитерського та макаронного виробництва: Довідник / І.М. Ройтер, А.А. Макаренкова. – К.: Урожай, 1998. – 208 с.
41. Ройтер І.М. Хлібопекарське виробництво / І.М. Ройтер. – М.; Техніка, – 1966. – 517 с.
42. Збірник рецептур на хліб та хлібобулочні вироби. – М.: Агропромвидавництво. – 1986. – 71 с.
43. Збірник технологічних інструкцій для виробництва хліба і хлібобулочних виробів. Прейскурант видав. – М.: – 1999. – 65 с.
44. Сташкова Н.О. Особливості технології отримання проростків пшениці у вакуумній сушарці з інфрачервоними випромінювачами / Н.О. Сташкова, М. Блінов // Зберігання та переробка сільгоспсировини – Москва, 2009 – № 8 – с. 58 – 60.

45. Сташкова Н.О. Спосіб визначення періодів сушіння в вакуумних сушильних установках. /Н.О. Сташкова // Аграрна наука Євро-Північно-Сходу – Кіров, 2010. – №4 – с. 54 – 57.
46. Суднов П.Є. Підвищення якості зерна пшениці / П.Є. Суднов. – М.: Київ, – 1998. – 156 с.
47. Філоненко Г.К. Сушильні установки / Г.К. Філоненко, П.Д. Лебедев. – М., Державне енергетичне видавництво, – 1992. – 262 с.
48. Ліхтаря Г.С. Збірник технологічних нормативів з виробництва борошняних кондитерських та булочних виробів / Г.С. Фонарьова, С.Л. Ахіба – М.; Легка промисловість, 1999. – 624 с.
49. Харків С.Є. Використання борошна, отриманого з насіння дині методом пророщування при виробництві заварних пряникових виробів / С.Є. Харків, В.В. Гончар, Ю.Ф. Росляків. Матеріали 9-ї міжнародної конференції молодих вчених «Харчові технології та біотехнології». Збірник тез доповідей. Київ. – 2009. – 51 с.
50. Храмцов А.Г. Розробка і застосування нового концентрату з лактулозою в хлібопекарській промисловості / А.Г. Храмцов, І.А. Євдокимов, Б.О. Супенцова. // Хлібопечення України. – №4, – 2004. – С. 24.
51. Циганова Т.Б. Технологія хлібопекарського виробництва / Т.Б. Циганова, – М.: Профвидав. – 2002. – 432 с.
52. Цуканова Л.М. Розробка дієтичних хлібобулочних виробів із включенням ламінарії сушеної / Л.М. Цуканова, Т.Б. Циганова, М.Ф. Цуканов, Е.М.Бокова. Хлібопечення України. – № 5. – 2005 – С. 14 – 18.
53. Чалдаєв П.А. Вивчення окремих стадій виробництва вівсяно-пшеничного хліба / П.А. Чалдаєв, А.Ф. Шевченка. Матеріали 9-ї міжнародної конференції молодих вчених «Харчові технології та біотехнології». Збірник тез доповідей. Київ. – № 7. – 2015 – С. 27.
54. Чубенко Н.Т. Асортименти хлібобулочних виробів – що змінилося? / Н.Т.Чубенко. Хлібопечення України. – № 2. – 2005. – С. 8 – 10.
55. Чубенко Н.Т. Впровадження дієтичних сортів хлібобулочних виробів – це актуально / Н.Т. Чубенко. Хлібопечення України – № 5. – 2005. – С. 10 – 11.



56. Шаззо Р.І. Низькотемпературна сушка харчових продуктів в повітрі / Р.І. Шаззо, В.М, Шляховський. – М.: Колос, 1994. – 156 с.
57. Шаршов В.М. Вакуумний спосіб сушіння матеріалів та устаткування для його здійснення / В.М. Шаршів. Матеріали .9-ї міжнародної конференції молодих вчених «Харчові технології та біотехнології». Збірник тез доповідей. Київ – с. 136 – 138.
58. Шаскольська Н.Д. Проростки – джерело здоров'я. / Н.Д. Шаскольська, В.В. Шаскольський. Хлібопродукти. – № 4. – 2005. – с. 56 – 57.
59. Шаскольська Н.Д. Перспективи збагачення продуктів харчування вітаміном С. / Н.Д. Шаскольська, В.В. Шаскольський. Хлібопродукти. – № 10. – 2005. – с. 40 – 41.
60. Шаскольська Н.Д. Антиоксидантна активність проростаючого насіння. / Н.Д. Шаскольська; В.В: Шаскольський; Хлібопродукти. – №8: – 2007. – с. 58 – 59.
61. Шаскольська Н.Д. Антиоксидантна активність деяких зернових продуктів і насіння, що проростає./ Н.Д. Шаскольська, В.В. Шаскольський. Хлібопродукти. – № 12. – 2007. – с.48 – 49.
62. Шишков Ю.І. Отримання хліба з властивостями продуктів функціонального харчування /Ю.І.Шишков, А.А. Рогів. Хлібопечення України. – № 5. – 2005. – С. 21.
63. Шлеленко Л.О. Сучасний асортимент хлібобулочних виробів для профілактичного та лікувального харчування / Л.А. Шлеленко Хлібопечення України. – № 2. – 2004. – С. 17.
64. Яшин Я.І. Природні антиоксиданти. Вміст в харчових продуктах і їх вплив на здоров'я і старіння людини. / Я.І. Яшин, В.Ю. Рижнев, А.Я. Яшин, Н.І. Черноусова. М.: – 2009 – 186 с.

Додатки